

CSILLAGÁSZATI ÉVKÖNYV · 1964

GONDOLAT



CSILLAGÁSZATI ÉVKÖNYV

AZ 1964. ÉVRE

SZERKESZTETTE

A TUDOMÁNYOS ISMERETTERJESZTŐ TÁRSULAT
CSILLAGÁSZATI ÉS ŰRHAJÓZÁSI SZAKOSZTÁLYAINAK
ORSZÁGOS VÁLASZTMÁNYA

GONDOLAT KIADÓ

1963

CSILLAGÁSZATI ADATOK AZ 1964. ÉVRE

Az I—VIII. táblázatokat összeállította

a TIT Hajdú-Bihar Megyei Csillagászati Szakosztálya
az MTA Napfizikai Obszervatórium közreműködésével
(Debrecen)

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben						A HOLD fény-változásai
				Budapest						
				A NAP			A HOLD			
				kel	delel	nyugsz.	kel	nyugsz.		
				h m	h m	h m	h m	h m	h m	
1	Sz	1	1	7 32	11 47	16 02	18 25	9 16		
2	Cs		2	7 32	11 48	16 03	19 39	9 55		
3	P		3	7 32	11 48	16 04	20 51	10 27		
4	Sz		4	7 32	11 49	16 05	22 00	10 54		
5	V		5	7 32	11 49	16 06	23 07	11 16		
6	H	2	6	7 32	11 50	16 08	—	11 37	☾ 16 58	
7	K		7	7 31	11 50	16 09	0 12	11 58		
8	Sz		8	7 31	11 50	16 10	1 15	12 19		
9	Cs		9	7 31	11 51	16 11	2 19	12 42		
10	P		10	7 30	11 51	16 12	3 22	13 07		
11	Sz		11	7 30	11 52	16 13	4 25	13 38		
12	V		12	7 29	11 52	16 15	5 25	14 15		
13	H	3	13	7 29	11 52	16 16	6 22	14 59		
14	K		14	7 28	11 53	16 17	7 15	15 52	● 21 44	
15	Sz		15	7 28	11 53	16 19	8 02	16 52		
16	Cs		16	7 27	11 54	16 20	8 39	17 57		
17	P		17	7 26	11 54	16 21	9 12	19 06		
18	Sz		18	7 26	11 54	16 23	9 41	20 17		
19	V		19	7 25	11 55	16 24	10 07	21 29		
20	H	4	20	7 24	11 55	16 26	10 30	22 42		
21	K		21	7 23	11 55	16 27	10 54	23 57		
22	Sz		22	7 22	11 55	16 29	11 19	—	☾ 6 29	
23	Cs		23	7 22	11 56	16 31	11 46	1 13		
24	P		24	7 21	11 56	16 32	12 19	2 30		
25	Sz		25	7 20	11 56	16 34	12 59	3 47		
26	V		26	7 19	11 56	16 34	13 50	5 01		
27	H	5	27	7 18	11 57	16 37	14 50	6 08		
28	K		28	7 17	11 57	16 38	15 59	7 03		
29	Sz		29	7 16	11 57	16 39	17 13	7 48	○ 0 23	
30	Cs		30	7 15	11 57	16 41	18 27	8 24		
31	P		31	7 13	11 57	16 43	19 39	8 53		

Föld: 2-án napközben

HÓNAP

0h világidőkor						
Julián dátum 2438...	Csillagidő (λ = 0h.nái)	NAP			HOLD	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ' "	' "	h m	° ' "
...395,5	6 38 44,705	18 42	—23 06	16 18	8 12	+21 46
396,5	6 42 41,286	18 46	23 01	16 18	9 12	19 14
397,5	6 46 37,824	18 51	22 56	16 18	10 08	15 40
398,5	6 50 34,379	18 55	22 50	16 18	11 00	11 25
399,5	6 54 30,932	18 59	22 44	16 18	11 48	6 47
400,5	6 58 27,484	19 04	22 38	16 18	12 35	+ 2 00
401,5	7 02 24,036	19 08	22 31	16 17	13 20	— 2 45
402,5	7 06 20,589	19 13	22 24	16 17	14 04	7 19
403,5	7 10 17,144	19 17	22 16	16 17	14 49	11 34
404,5	7 14 13,701	19 21	22 08	16 17	15 35	15 21
405,5	7 18 10,259	19 26	21 59	16 17	16 23	18 32
406,5	7 22 06,819	19 30	21 50	16 17	17 12	20 58
407,5	7 26 03,381	19 34	21 40	16 17	18 04	22 29
408,5	7 29 59,943	19 39	21 31	16 17	18 57	22 58
409,5	7 33 56,504	19 43	21 20	16 17	19 51	22 20
410,5	7 37 53,064	19 47	21 09	16 17	20 44	20 34
411,5	7 41 49,622	19 52	20 58	16 17	21 37	17 45
412,5	7 45 46,177	19 56	20 47	16 17	22 29	14 01
413,5	7 49 42,730	20 00	20 35	16 17	23 20	9 33
414,5	7 53 39,282	20 04	20 22	16 17	0 10	— 4 34
415,5	7 57 35,833	20 09	20 10	16 17	1 00	+ 0 44
416,5	8 01 32,385	20 13	19 57	16 17	1 51	6 04
417,5	8 05 28,939	20 17	19 43	16 17	2 44	11 10
418,5	8 09 25,496	20 21	19 29	16 17	3 40	15 44
419,5	8 13 22,056	20 25	19 15	16 16	4 38	19 26
420,5	8 17 18,819	20 30	19 00	16 16	5 40	21 55
421,5	8 21 15,182	20 34	18 45	16 16	6 42	22 58
422,5	8 25 11,745	20 38	18 30	16 16	7 45	22 27
423,5	8 29 08,306	20 42	18 15	16 16	8 46	20 29
424,5	8 33 04,863	20 46	17 59	16 16	9 44	17 18
425,5	8 37 01,417	20 50	—17 42	16 16	10 38	+13 14

Hold: 10-én 1^h-kor földtávolban
26-án 2^h-kor földközélen

I. FEBRUÁR

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben					A HOLD fény-változásai
				Budapest					
				A NAP			A HOLD		
				kel	delel	nyugsz.	kel	nyugsz.	
				h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	Sz	(5)	32	7 12	11 58	16 44	20 49	9 17	
2	V		33	7 11	11 58	16 46	21 56	9 40	
3	H	6	34	7 09	11 58	16 47	23 01	10 00	
4	K		35	7 08	11 58	16 48	—	10 22	
5	Sz		36	7 06	11 58	16 50	0 05	10 44	☾ 13 43
6	Cs		37	7 05	11 58	16 51	1 09	11 09	
7	P		38	7 04	11 58	16 53	2 12	11 37	
8	Sz		39	7 02	11 58	16 54	3 13	12 11	
9	V		40	7 01	11 58	16 56	4 12	12 52	
10	H	7	41	6 59	11 58	16 58	5 07	13 41	
11	K		42	6 58	11 58	17 00	5 55	14 39	
12	Sz		43	6 56	11 58	17 01	6 37	15 44	
13	Cs		44	6 55	11 58	17 02	7 13	16 52	● 14 02
14	P		45	6 53	11 58	17 04	7 43	18 04	
15	Sz		46	6 51	11 58	17 06	8 10	19 18	
16	V		47	6 50	11 58	17 08	8 34	20 33	
17	H	8	48	6 49	11 58	17 09	8 58	21 47	
18	K		49	6 47	11 58	17 11	9 23	23 03	
19	Sz		50	6 45	11 58	17 12	9 50	—	
20	Cs		51	6 43	11 58	17 14	10 20	0 19	☾ 14 25
21	P		52	6 41	11 58	17 15	10 57	1 36	
22	Sz		53	6 39	11 58	17 17	11 42	2 49	
23	V		54	6 38	11 58	17 19	12 37	3 54	
24	H	9	55	6 36	11 57	17 20	13 41	4 54	
25	K		56	6 34	11 57	17 21	14 52	5 42	
26	Sz		57	6 32	11 57	17 23	16 05	6 21	
27	Cs		58	6 30	11 57	17 24	17 18	6 52	○ 13 40
28	P		59	6 28	11 57	17 26	18 29	7 18	
29	Sz		60	6 26	11 57	17 27	19 38	7 41	

HÓNAP

0h világidőkor						
Julián datum 2438...	Csillagidő ($\lambda = 0^h$ -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° '	' "	h m	° '
... 426,5	8 40 57,969	20 54	—17 26	16 16	11 29	+ 8 38
427,5	8 44 54,519	20 59	17 09	16 16	12 17	+ 3 46
428,5	8 48 51,069	21 03	16 52	16 15	13 03	— 1 08
429,5	8 52 47,620	21 07	16 34	16 15	13 49	5 52
430,5	8 56 44,171	21 11	16 17	16 15	14 34	10 18
431,5	9 00 40,725	21 15	15 59	16 15	15 20	14 16
432,5	9 04 37,281	21 19	15 40	16 15	16 07	17 40
433,5	9 08 33,838	21 23	15 22	16 15	16 56	20 21
434,5	9 12 30,396	21 27	15 03	16 14	17 47	22 10
435,5	9 16 26,956	21 31	14 44	16 14	18 39	22 59
436,5	9 20 23,515	21 35	14 24	16 14	19 33	22 42
437,5	9 24 20,073	21 39	14 05	16 14	20 27	21 16
438,5	9 28 16,629	21 43	13 45	16 14	21 21	18 43
439,5	9 32 13,183	21 47	13 25	16 13	22 14	15 10
440,5	9 36 09,734	21 50	13 05	16 13	23 06	10 46
441,5	9 40 06,283	21 54	12 45	16 13	23 57	5 46
442,5	9 44 02,832	21 58	12 24	16 13	0 48	— 0 25
443,5	9 47 59,381	22 02	12 03	16 13	1 39	+ 5 01
444,5	9 51 55,932	22 06	11 42	16 12	2 32	10 13
445,5	9 55 52,485	22 10	11 20	16 12	3 27	14 54
446,5	9 59 49,042	22 14	10 59	16 12	4 23	18 46
447,5	10 03 45,601	22 17	10 37	16 12	5 23	21 31
448,5	10 07 42,161	22 21	10 16	16 12	6 23	22 56
449,5	10 11 38,722	22 25	9 54	16 11	7 25	22 53
450,5	10 15 35,280	22 29	9 32	16 11	8 25	21 23
451,5	10 19 31,836	22 33	9 09	16 11	9 23	18 38
452,5	10 23 28,389	22 36	8 47	16 11	10 17	14 53
453,5	10 27 24,939	22 40	8 25	16 10	11 09	10 26
454,5	10 31 21,487	22 44	—8 02	16 10	11 58	+ 5 35

Hold: 6-án 21^h-kor földtávolban
21-én 9^h-kor földközelen

I. MÁRCIUS

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben						A HOLD fény-változásai
				Budapestén						
				A NAP			A HOLD			
				kel	delel	nyugsz.	kel	nyugsz.		
				h m	h m	h m	h m	h m	h m	
1	V	(9) 10	61	6 25	11 57	17 29	20 45	8 02		
2	H		62	6 23	11 56	17 31	21 50	8 23		
3	K		63	6 21	11 56	17 32	22 50	8 45		
4	Sz		64	6 19	11 56	17 34	23 59	9 09		
5	Cs		65	6 17	11 56	17 35	—	9 36		
6	P		66	6 15	11 56	17 36	1 01	10 07	☾ 11 00	
7	Sz		67	6 13	11 55	17 38	2 01	10 44		
8	V		68	6 11	11 55	17 39	2 57	11 30		
9	H	11	69	6 09	11 55	17 41	3 48	12 24		
10	K		70	6 07	11 55	17 42	4 32	13 25		
11	Sz		71	6 06	11 54	17 44	5 10	14 33		
12	Cs		72	6 04	11 54	17 45	5 43	15 44		
13	P		73	6 02	11 54	17 46	6 11	16 59		
14	Sz		74	6 00	11 54	17 48	6 31	18 15	● 3 14	
15	V		75	5 58	11 53	17 49	7 01	19 31		
16	H	12	76	5 56	11 53	17 51	7 25	20 49		
17	K		77	5 54	11 53	17 52	7 52	22 08		
18	Sz		78	5 52	11 52	17 54	8 21	23 26		
19	Cs		79	5 50	11 52	17 55	8 56	—		
20	P		80	5 48	11 52	17 56	9 39	0 42	☾ 21 40	
21	Sz		81	5 46	11 51	17 58	10 31	1 51		
22	V	13	82	5 44	11 51	17 59	11 32	2 51		
23	H		83	5 42	11 51	18 01	12 39	3 41		
24	K		84	5 39	11 51	18 02	13 50	4 21		
25	Sz		85	5 37	11 50	18 04	15 02	4 54		
26	Cs		86	5 35	11 50	18 05	16 13	5 20		
27	P		87	5 33	11 50	18 07	17 22	5 43		
28	Sz		88	5 31	11 49	18 08	18 30	6 05	○ 3 49	
29	V		89	5 29	11 49	18 09	19 36	6 26		
30	H	14	90	5 27	11 49	18 11	20 42	6 47		
31	K		91	5 25	11 48	18 12	21 46	7 09		

Föld: tavasz kezdete 20-án 15^h 10^m-kor

HÓNAP

0h világidőkor						
Julián datum 2438...	Csillagidő (λ = 0h-nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látzó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ' "		h m	° ' "
... 455,5	10 35 18,035	22 48	— 7 39	16 10	12 46	+ 0 35
456,5	10 39 14,583	22 52	7 17	16 10	13 32	— 4 19
457,5	10 43 11,132	22 55	6 54	16 09	14 18	8 57
458,5	10 47 07,682	22 59	6 31	16 09	15 04	13 09
459,5	10 51 04,235	23 03	6 07	16 09	15 51	16 48
460,5	10 55 00,790	23 06	5 44	16 09	16 39	19 44
461,5	10 58 57,346	23 10	5 21	16 08	17 29	21 51
462,5	11 02 53,903	23 14	4 58	16 08	18 20	23 00
463,5	11 06 50,460	23 18	4 34	16 08	19 13	23 06
464,5	11 10 47,017	23 21	4 11	16 08	20 07	22 04
465,5	11 14 43,572	23 25	3 47	16 07	21 01	19 54
466,5	11 18 40,124	23 29	3 24	16 07	21 54	16 39
467,5	11 22 36,675	23 32	3 00	16 07	22 47	12 28
468,5	11 26 33,223	23 36	2 36	16 07	23 39	7 31
469,5	11 30 29,770	23 40	2 13	16 06	0 31	— 2 05
470,5	11 34 26,317	23 43	1 49	16 06	1 24	+ 3 32
471,5	11 38 22,866	23 47	1 25	16 06	2 17	8 01
472,5	11 42 19,418	23 51	1 01	16 06	3 13	14 01
473,5	11 46 15,973	23 54	0 38	16 05	4 10	18 12
474,5	11 50 12,530	23 58	— 0 14	16 05	5 09	21 16
475,5	11 54 09,090	0 01	+ 0 10	16 05	6 10	22 58
476,5	11 58 05,649	0 05	0 33	16 05	7 10	23 14
477,5	12 02 02,207	0 09	0 57	16 04	8 10	22 05
478,5	12 05 58,763	0 12	1 21	16 04	9 07	19 38
479,5	12 09 55,315	0 16	1 44	16 04	10 02	16 10
480,5	12 13 51,865	0 20	2 08	16 03	10 53	11 55
481,5	12 17 48,413	0 23	2 31	16 03	11 42	7 12
482,5	12 21 44,960	0 27	2 55	16 03	12 30	+ 2 13
483,5	12 25 41,507	0 31	3 18	16 03	13 16	— 2 46
484,5	12 29 38,055	0 34	3 42	16 02	14 02	7 33
485,5	12 33 34,605	0 38	+ 4 05	16 02	14 48	— 11 59

Hold: 5-én 18^h-kor földtávolban
17-én 17^h-kor földközélen

I. ÁPRILIS

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben						A HOLD fény-változásai
				Budapestben						
				A NAP			A HOLD			
				kel	delel	nyugsz.	kel	nyugsz.		
				h m	h m	h m	h m	h m	h m	
1	Sz	(14)	92	5 23	11 48	18 14	22 49	7 35		
2	Cs		93	5 21	11 48	18 15	23 51	8 04		
3	P		94	5 19	11 48	18 17	—	8 39		
4	Sz		95	5 17	11 47	18 18	0 49	9 21		
5	V		96	5 15	11 47	18 20	1 41	10 10	☾	6 46
6	H	15	97	5 13	11 47	18 21	2 28	11 08		
7	K		98	5 11	11 46	18 22	3 07	12 12		
8	Sz		99	5 09	11 46	18 24	3 41	13 21		
9	Cs		100	5 07	11 46	18 25	4 10	14 34		
10	P		101	5 05	11 46	18 26	4 36	15 49		
11	Sz	16	102	5 03	11 45	18 28	5 01	17 06		
12	V		103	5 02	11 45	18 29	5 24	18 25	●	13 38
13	H		104	5 00	11 45	18 31	5 51	19 47		
14	K		105	4 58	11 45	18 32	6 20	21 08		
15	Sz		106	4 56	11 44	18 33	6 53	22 28		
16	Cs	17	107	4 54	11 44	18 35	7 34	23 43		
17	P		108	4 52	11 44	18 36	8 24	—		
18	Sz		109	4 50	11 44	18 37	9 23	0 48		
19	V		110	4 49	11 43	18 39	10 20	1 42	☾	5 10
20	H		111	4 47	11 43	18 40	11 41	2 24		
21	K	18	112	4 45	11 43	18 42	12 52	2 58		
22	Sz		113	4 43	11 43	18 43	14 03	3 27		
23	Cs		114	4 41	11 42	18 44	15 11	3 50		
24	P		115	4 40	11 42	18 46	16 18	4 11		
25	Sz		116	4 38	11 42	18 47	17 24	4 31		
26	V	18	117	4 36	11 42	18 49	18 30	4 52	○	18 50
27	H		118	4 34	11 42	18 50	19 35	5 13		
28	K		119	4 32	11 42	18 51	20 40	5 37		
29	Sz		120	4 31	11 41	18 52	21 42	6 04		
30	Cs		121	4 29	11 41	18 54	22 41	6 38		

H Ó N A P

0h világidőkor						
Julián datum 2438...	Csillagidő (λ = 0h-nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ' "	' "	h m	° ' "
... 486,5	12 37 31,157	0 42	+ 4 28	16 02	15 35	-15 53
487,5	12 41 27,711	0 45	4 51	16 02	16 23	19 06
488,5	12 45 24,267	0 49	5 14	16 01	17 12	21 31
489,5	12 49 20,824	0 52	5 37	16 01	18 03	23 00
490,5	12 53 17,381	0 56	6 00	16 01	18 55	23 27
491,5	12 57 13,938	1 00	6 23	16 00	19 48	22 49
492,5	13 01 10,493	1 03	6 45	16 00	20 41	21 04
493,5	13 05 07,048	1 07	7 08	16 00	21 33	18 14
494,5	13 09 03,599	1 11	7 30	16 00	22 26	14 24
495,5	13 13 00,149	1 14	7 53	15 59	23 18	9 43
496,5	13 16 56,697	1 18	8 15	15 59	0 10	- 4 24
497,5	13 20 53,244	1 22	8 37	15 59	1 03	+ 1 18
498,5	13 24 49,793	1 25	8 59	15 58	1 57	7 03
499,5	13 28 46,345	1 29	9 20	15 58	2 53	12 28
500,5	13 32 42,900	1 33	9 42	15 58	3 51	17 09
501,5	13 36 39,458	1 37	10 03	15 58	4 52	20 44
502,5	13 40 36,019	1 40	10 25	15 57	5 54	22 55
503,5	13 44 32,580	1 44	10 46	15 57	6 56	23 34
504,5	13 48 29,140	1 48	11 06	15 57	7 57	22 42
505,5	13 52 25,698	1 51	11 27	15 57	8 55	20 31
506,5	13 56 22,252	1 55	11 48	15 56	9 50	17 14
507,5	14 00 18,804	1 59	12 08	15 56	10 41	13 09
508,5	14 04 15,354	2 03	12 28	15 56	11 30	8 32
509,5	14 08 11,903	2 06	12 48	15 56	12 17	+ 3 38
510,5	14 12 08,451	2 10	13 08	15 55	13 03	- 1 21
511,5	14 16 05,001	2 14	13 27	15 55	13 49	6 13
512,5	14 20 01,552	2 18	13 46	15 55	14 34	10 48
513,5	14 23 58,105	2 21	14 05	15 55	15 21	14 54
514,5	14 27 54,660	2 25	14 24	15 54	16 08	18 23
515,5	14 31 51,217	2 29	+ 14 43	15 54	16 57	-21 05

Hold: 2-án 13^h-kor földtávolban
14-én 11^h-kor földközélen
30-án 3^h-kor földtávolban

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben					A HOLD fény-változásai	
				Budapestben						
				A NAP			A HOLD			
				kel	delel	nyugsz.	kel	nyugsz.		
				h m	h m	h m	h m	h m	h m	
1	P	(18)	122	4 27	11 41	18 56	23 31	7 16	☾ 23 20	
2	Sz		123	4 26	11 41	18 57	—	8 02		
3	V		124	4 24	11 41	18 59	0 25	8 56		
4	H		125	4 23	11 41	19 00	1 06	9 56		
5	K		126	4 21	11 41	19 01	1 41	11 05		
6	Sz		127	4 19	11 41	19 03	2 11	12 12	● 22 02	
7	Cs		128	4 18	11 41	19 04	2 38	13 24		
8	P		129	4 16	11 40	19 05	3 02	14 39		
9	Sz		130	4 15	11 40	19 07	3 25	15 56		
10	V		131	4 14	11 40	19 08	3 50	17 16		
11	H	20	132	4 12	11 40	19 09	4 16	18 39		
12	K		133	4 11	11 40	19 11	4 47	20 02		
13	Sz		134	4 10	11 40	19 12	5 25	21 23		
14	Cs		135	4 08	11 40	19 13	6 12	22 36		
15	P		136	4 07	11 40	19 14	7 09	23 36		
16	Sz		137	4 06	11 40	19 16	8 16	—	☾ 13 43	
17	V		138	4 05	11 40	19 17	9 28	0 24		
18	H	21	139	4 03	11 40	19 18	10 42	1 02		
19	K		140	4 02	11 40	19 19	11 53	1 32		
20	Sz		141	4 01	11 40	19 20	13 03	1 56		
21	Cs		142	4 00	11 40	19 22	14 10	2 18	○ 10 29	
22	P		143	3 59	11 40	19 23	15 16	2 38		
23	Sz		144	3 58	11 41	19 24	16 21	2 58		
24	V		145	3 57	11 41	19 25	17 26	3 19		
25	H	22	146	3 56	11 41	19 26	18 30	3 41		
26	K			147	3 55	11 41	19 27	19 34		4 07
27	Sz			148	3 55	11 41	19 28	20 35		4 37
28	Cs			149	3 54	11 41	19 29	21 32		5 14
29	P			150	3 53	11 41	19 30	22 22		5 57
30	Sz		151	3 52	11 41	19 31	23 06	6 49		
31	V		152	3 52	11 41	19 32	23 43	7 47		

0h világidőkor						
Julián dátum 2438...	Csillagidő ($\lambda = 0^h$ -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ' "	' "	h m	° ' "
... 516,5	14 35 47,775	2 33	+15 01	15 54	17 48	-22 53
517,5	14 39 44,334	2 37	15 19	15 54	18 39	23 40
518,5	14 43 40,893	2 41	15 37	15 53	19 31	23 22
519,5	14 47 37,451	2 44	15 55	15 53	20 24	21 59
520,5	14 51 34,008	2 48	16 12	15 53	21 15	19 33
521,5	14 55 30,563	2 52	16 29	15 53	22 07	16 07
522,5	14 59 27,115	2 56	16 46	15 52	22 58	11 49
523,5	15 03 23,666	3 00	17 02	15 52	23 48	6 48
524,5	15 07 20,215	3 04	17 18	15 52	0 40	-1 17
525,5	15 11 16,766	3 08	17 34	15 52	1 33	+4 30
526,5	15 15 13,318	3 12	17 50	15 52	2 28	10 11
527,5	15 19 09,874	3 15	18 05	15 51	3 26	15 20
528,5	15 23 06,434	3 19	18 20	15 51	4 27	19 33
529,5	15 27 02,997	3 23	18 35	15 51	5 31	22 26
530,5	15 30 59,561	3 27	18 49	15 51	6 35	23 42
531,5	15 34 56,124	3 31	19 03	15 51	7 39	23 19
532,5	15 38 52,685	3 35	19 17	15 50	8 40	21 26
533,5	15 42 49,243	3 39	19 31	15 50	9 37	18 20
534,5	15 46 45,798	3 43	19 44	15 50	10 30	14 21
535,5	15 50 42,351	3 47	19 56	15 50	11 20	9 48
536,5	15 54 38,902	3 51	20 09	15 50	12 07	+4 55
537,5	15 58 35,452	3 55	20 21	15 49	12 53	-0 04
538,5	16 02 32,004	3 59	20 33	15 49	13 38	4 59
539,5	16 06 28,556	4 03	20 44	15 49	14 23	9 38
540,5	16 10 25,111	4 07	20 55	15 49	15 09	13 53
541,5	16 14 21,068	4 11	21 06	15 49	15 56	17 34
542,5	16 18 18,227	4 15	21 16	15 49	16 44	20 30
543,5	16 22 14,787	4 19	21 26	15 48	17 34	22 35
544,5	16 26 11,348	4 23	21 35	15 48	18 26	23 40
545,5	16 30 07,909	4 28	21 45	15 48	19 18	23 40
546,5	16 34 04,470	4 32	+21 53	15 48	20 10	-22 36

Hold: 12-én 17^h-kor földközélen
27-én 10^h-kor földtávolban

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben						A HOLD fény-változásai
				Budapestben						
				A NAP			A HOLD			
				kel	delel	nyugsz.	kel	nyugsz.		
				h m	h m	h m	h m	h m	h m	
1	H	23	153	3 51	11 42	19 33	23 42	8 50		
2	K		154	3 50	11 42	19 34	0 14	9 57		
3	Sz		155	3 50	11 42	19 35	0 41	11 06	☾	12 08
4	Cs		156	3 49	11 42	19 36	1 05	12 18		
5	P		157	3 49	11 42	19 37	1 27	13 32		
6	Sz		158	3 48	11 42	19 37	1 50	14 48		
7	V		159	3 48	11 43	19 38	2 15	16 08		
8	H	24	160	3 47	11 43	19 39	2 43	17 30		
9	K		161	3 47	11 43	19 40	3 16	18 53		
10	Sz		162	3 47	11 43	19 40	3 58	20 12	●	5 23
11	Cs		163	3 46	11 43	19 41	4 51	21 21		
12	P		164	3 46	11 44	19 42	5 56	22 17		
13	Sz		165	3 46	11 44	19 42	7 08	23 00		
14	V		166	3 46	11 44	19 43	8 24	23 34		
15	H	25	167	3 46	11 44	19 43	9 39	—		
16	K		168	3 46	11 44	19 44	10 51	0 01		
17	Sz		169	3 46	11 45	19 44	12 01	0 24	☾	0 02
18	Cs		170	3 46	11 45	19 44	13 08	0 45		
19	P		171	3 46	11 45	19 45	14 13	1 05		
20	Sz		172	3 46	11 45	19 45	15 18	1 25		
21	V		173	3 46	11 45	19 45	16 22	1 46		
22	H	26	174	3 46	11 46	19 45	17 26	2 11		
23	K		175	3 47	11 46	19 45	18 23	2 40		
24	Sz		176	3 47	11 46	19 46	19 26	3 14		
25	Cs		177	3 47	11 46	19 46	20 19	3 55	○	2 09
26	P		178	3 48	11 47	19 46	21 06	4 44		
27	Sz		179	3 48	11 47	19 46	21 44	5 40		
28	V		180	3 49	11 47	19 46	22 17	6 43		
29	H	27	181	3 49	11 47	19 45	22 45	7 48		
30	K		182	3 50	11 47	19 45	23 10	8 56		

Föld: nyár kezdete 21-én 9^h 57^m-kor

HÓ NAP

0 ^h világidőkor						
Julián dátum 2438...	Csillagidő (λ = 0 ^h -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látászó sugara	RA	D
	h m s	h m	° '	' "	h m	° '
... 547,5	16 38 01,029	4 36	+22 02	15 48	21 01	-20 28
548,5	16 41 57,586	4 40	22 10	15 48	21 52	17 22
549,5	16 45 54,141	4 44	22 17	15 48	22 42	13 24
550,5	16 49 50,694	4 48	22 25	15 47	23 31	8 44
551,5	16 53 47,245	4 52	22 32	15 47	0 21	- 3 30
552,5	16 57 43,797	4 56	22 38	15 47	1 11	+ 2 05
553,5	17 01 40,350	5 00	22 44	15 47	2 04	7 43
554,5	17 05 36,906	5 04	22 50	15 47	3 00	13 06
555,5	17 09 33,466	5 09	22 55	15 47	3 59	17 47
556,5	17 13 30,029	5 13	23 00	15 47	5 02	21 21
557,5	17 17 26,595	5 17	23 04	15 47	6 07	23 24
558,5	17 21 23,161	5 21	23 08	15 46	7 13	23 44
559,5	17 25 19,725	5 25	23 12	15 46	8 17	22 22
560,5	17 29 16,286	5 29	23 15	15 46	9 18	19 36
561,5	17 33 12,844	5 33	23 18	15 46	10 14	15 45
562,5	17 37 09,398	5 38	23 21	15 46	11 06	11 13
563,5	17 41 05,951	5 42	23 23	15 46	11 55	6 18
564,5	17 45 02,503	5 46	23 24	15 46	12 41	+ 1 15
565,5	17 48 59,055	5 50	23 25	15 46	13 27	- 3 44
566,5	17 52 55,608	5 54	23 26	15 46	14 12	8 28
567,5	17 56 52,164	5 58	23 27	15 46	14 57	12 50
568,5	18 00 48,721	6 03	23 27	15 46	15 44	16 40
569,5	18 04 45,280	6 07	23 26	15 46	16 32	19 49
570,5	18 08 41,841	6 11	23 25	15 46	17 22	22 08
571,5	18 12 38,402	6 15	23 24	15 46	18 13	23 29
572,5	18 16 34,964	6 19	23 22	15 46	19 05	23 47
573,5	18 20 31,525	6 23	23 20	15 46	19 57	22 59
574,5	18 24 28,085	6 28	23 18	15 45	20 49	21 06
575,5	18 28 24,643	6 32	23 15	15 45	21 40	18 14
576,5	18 32 21,190	6 36	+23 11	15 45	22 29	-14 29

Hold: 10-én 3^a-kor földközéln
23-án 13^a-kor földtávolban

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben						A HOLD fény-változásai
				Budapestben						
				A NAP			A HOLD			
				kel	delel	nyugsz.	kel	nyugsz.		
				h m	h m	h m	h m	h m	h m	
1	Sz	(27)	183	3 51	11 48	19 46	23 32	10 06	☾ 21 31	
2	Cs		184	3 51	11 48	19 44	23 54	11 16		
3	P		185	3 52	11 48	19 44	—	12 30		
4	Sz		186	3 52	11 48	19 44	0 16	13 45		
5	V		187	3 53	11 48	19 43	0 41	15 04		
6	H	28	188	3 54	11 48	19 43	1 12	16 24	● 12 31	
7	K		189	3 55	11 49	19 43	1 47	17 44		
8	Sz		190	3 55	11 49	19 42	2 34	18 58		
9	Cs		191	3 56	11 49	19 42	3 32	20 01		
10	P		192	3 57	11 49	19 41	4 42	20 51		
11	Sz	29	193	3 58	11 49	19 40	5 58	21 30	☾ 12 48	
12	V		194	3 59	11 49	19 40	7 16	22 02		
13	H		195	4 00	11 50	19 39	8 32	22 27		
14	K		196	4 01	11 50	19 38	9 45	22 49		
15	Sz		197	4 02	11 50	19 38	10 54	23 10		
16	Cs	30	198	4 03	11 50	19 37	12 01	23 29	○ 16 58	
17	P		199	4 04	11 50	19 36	13 08	23 51		
18	Sz		200	4 05	11 50	19 35	14 13	—		
19	V		201	4 06	11 50	19 34	15 17	0 14		
20	H		202	4 07	11 50	19 33	16 20	0 42		
21	K	31	203	4 08	11 50	19 32	17 19	1 13		
22	Sz		204	4 09	11 50	19 31	18 15	1 52		
23	Cs		205	4 11	11 50	19 30	19 03	2 39		
24	P		206	4 12	11 50	19 28	19 44	3 33		
25	Sz		207	4 13	11 50	19 27	20 20	4 34		
26	V	31	208	4 14	11 50	19 26	20 49	5 40		
27	H		209	4 15	11 50	19 25	21 14	6 48		
28	K		210	4 17	11 50	19 24	21 37	7 58		
29	Sz		211	4 18	11 50	19 22	21 59	9 08		
30	Cs		212	4 19	11 50	19 21	22 21	10 19		
31	P		213	4 20	11 50	19 20	22 44	11 32		

Föld: 5-én naptávolban

HÓNAP

0^h világidőkor

Julian dátum 2438...	Csillagidő (λ = 0 ^h -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látászó- sugara	RA	D
	h m s	h m	° '	' "	h m	° '
... 577,5	18 36 17,753	6 40	+ 23 08	15 45	23 18	- 10 02
578,5	18 40 14,305	6 44	23 03	15 45	0 07	- 5 02
579,5	18 44 10,857	6 48	22 59	15 45	0 56	+ 0 19
580,5	18 48 07,409	6 52	22 54	15 45	1 46	5 48
581,5	18 52 03,964	6 56	22 49	15 45	2 39	11 08
582,5	18 56 00,522	7 01	22 43	15 45	3 35	16 00
583,5	18 59 57,083	7 05	22 37	15 45	4 35	20 00
584,5	19 03 53,648	7 09	22 30	15 45	5 38	22 42
585,5	19 07 50,214	7 13	22 23	15 45	6 44	23 48
586,5	19 11 46,779	7 17	22 16	15 45	7 50	23 09
587,5	19 15 43,341	7 21	22 08	15 45	8 53	20 55
588,5	19 19 39,899	7 25	22 00	15 45	9 52	17 22
589,5	19 23 36,455	7 29	21 52	15 46	10 47	12 56
590,5	19 27 33,007	7 33	21 43	15 46	11 38	7 59
591,5	19 31 29,559	7 37	21 34	15 46	12 27	+ 2 49
592,5	19 35 26,110	7 41	21 24	15 46	13 13	- 2 19
593,5	19 39 22,662	7 45	21 14	15 46	13 59	7 13
594,5	19 43 19,216	7 49	21 04	15 46	14 45	11 44
595,5	19 47 15,772	7 53	20 53	15 46	15 31	15 44
596,5	19 51 12,329	7 57	20 42	15 46	16 19	19 05
597,5	19 55 08,889	8 01	20 31	15 46	17 08	21 38
598,5	19 59 05,449	8 05	20 19	15 46	17 59	23 14
599,5	20 03 02,010	8 09	20 07	15 46	18 51	23 49
600,5	20 06 58,570	8 13	19 55	15 46	19 44	23 17
601,5	20 10 55,129	8 17	19 42	15 46	20 36	21 38
602,5	20 14 51,686	8 21	19 29	15 46	21 27	18 58
603,5	20 18 48,241	8 25	19 16	15 47	22 18	15 23
604,5	20 22 44,794	8 29	19 02	15 47	23 07	11 03
605,5	20 26 41,345	8 33	18 48	15 47	23 55	6 09
606,5	20 30 37,895	8 37	18 34	15 47	0 44	- 0 53
607,5	20 34 34,445	8 41	+ 18 19	15 47	1 33	+ 4 31

Hold: 8-án 12^h-kor földközélsben
20-án 22^h-kor földtávolban

I. AUGUSZTUS

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben					A HOLD fényváltásai
				Budapestben					
				A NAP			A HOLD		
				kel	delel	nyugsz.	kel	nyugsz.	
				h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	Sz	(31)	214	4 21	11 50	19 18	23 11	12 48	☾ 4 30
2	V		215	4 22	11 50	19 17	23 43	14 05	
3	H	32	216	4 23	11 50	19 15	—	15 23	
4	K		217	4 25	11 50	19 14	0 24	16 38	
5	Sz		218	4 26	11 50	19 12	1 15	17 45	
6	Cs		219	4 27	11 50	19 11	2 18	18 40	
7	P		220	4 28	11 50	19 09	3 33	19 24	● 20 17
8	Sz		221	4 30	11 50	19 08	4 49	19 59	
9	V		222	4 31	11 50	19 06	6 07	20 27	
10	H	33	223	4 32	11 49	19 05	7 23	20 51	
11	K		224	4 34	11 49	19 03	8 36	21 12	
12	Sz		225	4 35	11 49	19 01	9 46	21 33	
13	Cs		226	4 37	11 49	19 00	10 54	21 54	
14	P		227	4 38	11 49	18 58	12 00	22 16	
15	Sz		228	4 39	11 49	18 56	13 06	22 43	☾ 4 20
16	V		229	4 41	11 48	18 55	14 09	23 12	
17	H	34	230	4 42	11 48	18 53	15 10	23 49	
18	K		231	4 43	11 48	18 51	16 07	—	
19	Sz		232	4 45	11 48	18 49	16 59	0 32	
20	Cs		233	4 46	11 48	18 48	17 42	1 24	
21	P		234	4 47	11 47	18 46	18 20	2 23	
22	Sz		235	4 49	11 47	18 44	18 51	3 28	
23	V		236	4 50	11 47	18 42	19 18	4 36	☉ 6 26
24	H	35	237	4 51	11 47	18 40	19 42	5 46	
25	K		238	4 53	11 46	18 38	20 03	6 58	
26	Sz		239	4 54	11 46	18 36	20 26	8 10	
27	Cs		240	4 55	11 46	18 35	20 49	9 23	
28	P		241	4 57	11 45	18 33	21 14	10 38	
29	Sz		242	4 58	11 45	18 31	21 43	11 54	
30	V		243	4 59	11 45	18 29	22 20	13 11	☾ 10 16
31	H	36	244	5 01	11 45	18 27	23 07	14 26	

H Ó N A P

0 ^h vllágidőkor						
Julián dátum 2438...	Csillagi idő ($\lambda = 0^h$ -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° '	' "	h m	° '
... 608,5	20 38 30,997	8 45	+ 18 04	15 47	2 24	+ 9 48
609,5	20 42 27,552	8 49	17 49	15 47	3 17	14 42
610,5	20 46 24,111	8 53	17 34	15 47	4 14	18 52
611,5	20 50 20,672	8 56	17 18	15 47	5 15	21 57
612,5	20 54 17,235	9 00	17 02	15 48	6 18	23 37
613,5	20 58 13,798	9 04	16 46	15 48	7 23	23 39
614,5	21 02 10,360	9 08	16 29	15 48	8 26	22 02
615,5	21 06 06,918	9 12	16 12	15 48	9 27	18 58
616,5	21 10 03,472	9 16	15 55	15 48	10 24	14 48
617,5	21 14 00,024	9 19	15 38	15 48	11 18	9 55
618,5	21 17 56,573	9 23	15 20	15 48	12 08	+ 4 41
619,5	21 21 53,123	9 27	15 02	15 49	12 57	- 0 37
620,5	21 25 49,672	9 31	14 44	15 49	13 43	5 44
621,5	21 29 46,223	9 34	14 26	15 49	14 30	10 29
622,5	21 33 42,776	9 38	14 07	15 49	15 16	14 43
623,5	21 37 39,331	9 42	13 48	15 49	16 04	18 18
624,5	21 41 35,888	9 46	13 29	15 49	16 53	21 06
625,5	21 45 32,446	9 49	13 10	15 50	17 44	22 59
626,5	21 49 29,005	9 53	12 51	15 50	18 35	23 51
627,5	21 53 25,563	9 57	12 31	15 50	19 28	23 37
628,5	21 57 22,121	10 01	12 11	15 50	20 21	22 16
629,5	22 01 18,676	10 04	11 51	15 50	21 13	19 50
630,5	22 05 15,230	10 08	11 31	15 51	22 04	16 26
631,5	22 09 11,781	10 12	11 10	15 51	22 54	12 11
632,5	22 13 08,330	10 15	10 50	15 51	23 43	7 19
633,5	22 17 04,878	10 19	10 29	15 51	0 32	- 2 01
634,5	22 21 01,426	10 23	10 08	15 51	1 21	+ 3 27
635,5	22 24 57,975	10 26	9 47	15 52	2 12	8 49
636,5	22 28 54,527	10 30	9 26	15 52	3 05	13 50
637,5	22 32 51,083	10 34	9 05	15 52	4 00	18 09
638,5	22 36 47,641	10 37	+ 8 43	15 52	4 58	+ 21 27

Hold: 5-én 16^h-kor földközében
17-én 13^h-kor földtávolban

I. SZEPTEMBER

DÁTUM	A HÉT napja	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben						A HOLD fényváltozásai
				Budapest						
				A NAP			A HOLD			
				kel	delel	nyugsz.	kel	nyugsz.		
				h m	h m	h m	h m	h m	h m	
1	K	(36)	245	5 02	11 44	18 25	—	15 34		
2	Sz		246	5 03	11 44	18 23	0 03	16 31		
3	Cs		247	5 04	11 44	18 21	1 11	17 18		
4	P		248	5 06	11 43	18 19	2 26	17 56		
5	Sz		249	5 07	11 43	18 17	3 43	18 26		
6	V	37	250	5 08	11 43	18 15	5 00	18 51	● 5 35	
7	H		251	5 10	11 42	18 13	6 15	19 12		
8	K		252	5 11	11 42	18 11	7 27	19 34		
9	Sz		253	5 12	11 42	18 09	8 37	19 55		
10	Cs		254	5 14	11 41	18 07	9 45	20 17		
11	P	38	255	5 15	11 41	18 05	10 52	20 42		
12	Sz		256	5 16	11 41	18 03	11 57	21 11		
13	V		257	5 18	11 40	18 01	13 00	21 44	☾ 22 24	
14	H		258	5 19	11 40	17 59	13 58	22 24		
15	K		259	5 21	11 40	17 57	14 52	23 13		
16	Sz		260	5 22	11 39	17 54	15 39	—		
17	Cs		261	5 23	11 39	17 52	16 18	0 09		
18	P		262	5 25	11 38	17 50	16 52	1 12		
19	Sz		263	5 26	11 38	17 48	17 20	2 19		
20	V		264	5 27	11 38	17 46	17 45	3 30		
21	H	39	265	5 29	11 37	17 44	18 08	4 42	○ 18 31	
22	K		266	5 30	11 37	17 42	18 29	5 55		
23	Sz		267	5 32	11 37	17 40	18 52	7 10		
24	Cs		268	5 33	11 36	17 38	19 17	8 26		
25	P		269	5 34	11 36	17 36	19 45	9 44		
26	Sz	40	270	5 36	11 36	17 34	20 20	11 02		
27	V		271	5 37	11 35	17 32	21 03	12 18		
28	H		272	5 38	11 35	17 30	21 56	13 28	☾ 16 02	
29	K		273	5 40	11 35	17 28	23 00	14 28		
30	Sz		274	5 41	11 34	17 26	—	15 17		

Föld: ősz kezdete 23-án 1^h 17^m-kor

HÓ NAP

0 ^b világidőkor						
Julián dátum 2438...	Csillagidő (λ = 0 ^b -nái)	NAP			HOLD	
		RA	D	látászó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ' "	° ' "	h m	° ' "
... 639,5	22 40 44,201	10 41	+ 8 21	15 53	5 59	+ 23 28
640,5	22 44 40,762	10 44	8 00	15 53	7 02	23 58
641,5	22 48 37,322	10 48	7 38	15 53	8 04	22 52
642,5	22 52 33,879	10 52	7 16	15 53	9 05	20 19
643,5	22 56 30,432	10 55	6 53	15 53	10 03	16 32
644,5	23 00 26,983	10 59	6 31	15 54	10 57	11 52
645,5	23 04 23,531	11 03	6 09	15 54	11 49	6 41
646,5	23 08 20,078	11 06	5 46	15 54	12 38	+ 1 19
647,5	23 12 16,626	11 10	5 24	15 54	13 26	- 4 00
648,5	23 16 13,175	11 13	5 01	15 55	14 13	9 00
649,5	23 20 09,725	11 17	4 38	15 55	15 00	13 32
650,5	23 24 06,278	11 20	4 15	15 55	15 48	17 24
651,5	23 28 02,833	11 24	3 52	15 55	16 37	20 30
652,5	23 31 59,389	11 28	3 29	15 56	17 27	22 42
653,5	23 35 55,946	11 31	3 06	15 56	18 18	23 54
654,5	23 39 52,503	11 35	2 43	15 56	19 10	24 01
655,5	23 43 49,060	11 38	2 20	15 56	20 03	23 01
656,5	23 47 45,614	11 42	1 57	15 57	20 55	20 55
657,5	23 51 42,167	11 46	1 34	15 57	21 47	17 47
658,5	23 55 38,718	11 49	1 10	15 57	22 37	13 44
659,5	23 59 35,266	11 53	0 47	15 58	23 27	8 56
660,5	0 03 31,814	11 56	+ 0 24	15 58	0 17	- 3 37
661,5	0 07 28,360	12 00	0 00	15 58	1 07	+ 1 59
662,5	0 11 24,909	12 04	- 0 23	15 58	1 58	7 35
663,5	0 15 21,459	12 07	0 46	15 59	2 51	12 51
664,5	0 19 18,013	12 11	1 10	15 59	3 47	17 27
665,5	0 23 14,570	12 14	1 33	15 59	4 45	21 04
666,5	0 27 11,129	12 18	1 57	15 59	5 45	23 24
667,5	0 31 07,689	12 22	2 20	15 60	6 47	24 14
668,5	0 35 04,249	12 25	- 2 43	15 60	7 49	23 31

Hold: 2-án 3^b-kor földközélen
 14-én 8^b-kor földtávolban
 27-én 6^b-kor földközélen

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaldőben					A HOLD fény-változása
				Budapesten					
				A NAP			A HOLD		
				kel	deiel	nyugsz.	kel	nyugsz.	
				h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	Cs	(40)	275	5 42	11 34	17 24	0 11	15 56	
2	P		276	5 44	11 34	17 22	1 26	16 28	
3	Sz		277	5 45	11 33	17 20	2 42	16 54	
4	V		278	5 46	11 33	17 18	3 56	17 17	
5	H	41	279	5 48	11 33	17 16	5 08	17 37	● 17 20
6	K		280	5 49	11 32	17 14	6 19	17 57	
7	Sz		281	5 50	11 32	17 12	7 28	18 19	
8	Cs		282	5 52	11 32	17 10	8 36	18 43	
9	P		283	5 53	11 32	17 08	9 43	19 09	
10	Sz		284	5 55	11 31	17 06	10 48	19 40	
11	V		285	5 56	11 31	17 04	11 49	20 18	
12	H	42	286	5 57	11 31	17 02	12 46	20 58	
13	K		287	5 59	11 30	17 00	13 34	21 55	☾ 17 57
14	Sz		288	6 00	11 30	16 58	14 16	22 55	
15	Cs		289	6 02	11 30	16 56	14 51	—	
16	P		290	6 03	11 30	16 55	15 21	0 01	
17	Sz		291	6 05	11 30	16 53	15 47	1 09	
18	V		292	6 06	11 29	16 51	16 10	2 20	
19	H	43	293	6 08	11 29	16 49	16 32	3 33	
20	K		294	6 09	11 29	16 47	16 53	4 48	
21	Sz		295	6 11	11 29	16 46	17 18	6 04	☉ 5 46
22	Cs		296	6 12	11 29	16 44	17 45	7 24	
23	P		297	6 14	11 28	16 42	18 17	8 45	
24	Sz		298	6 15	11 28	16 40	18 57	10 05	
25	V		299	6 17	11 28	16 39	19 49	11 20	
26	H	44	300	6 18	11 28	16 37	20 51	12 26	
27	K		301	6 20	11 28	16 35	22 01	13 18	☾ 22 59
28	Sz		302	6 21	11 28	16 34	23 15	14 00	
29	Cs		303	6 23	11 28	16 33	—	14 32	
30	P		304	6 24	11 28	16 31	0 30	14 59	
31	Sz		305	6 26	11 28	16 29	1 44	15 22	

HÓNAP

0 ^h világtidőkor						
Juliár dátum 2438...	Csillagidő ($\lambda = 0^h$ -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° '	' "	h m	° '
... 669,5	0 39 00,806	12 29	— 3 07	16 00	8 49	+21 20
670,5	0 42 57,360	12 32	3 30	16 00	9 46	17 54
671,5	0 46 53,911	12 36	3 53	16 01	10 40	13 32
672,5	0 50 50,460	12 40	4 16	16 01	11 31	8 31
673,5	0 54 47,007	12 43	4 39	16 01	12 21	+ 3 11
674,5	0 58 43,554	12 47	5 03	16 02	13 08	— 2 11
675,5	1 02 40,102	12 51	5 25	16 02	13 56	7 23
676,5	1 06 36,652	12 54	5 49	16 02	14 43	12 09
677,5	1 10 33,205	12 58	6 11	16 02	15 31	16 21
678,5	1 14 29,759	13 02	6 34	16 03	16 20	19 47
679,5	1 18 26,315	13 05	6 57	16 03	17 10	22 20
680,5	1 22 22,873	13 09	7 20	16 03	18 01	23 53
681,5	1 26 19,430	13 13	7 42	16 04	18 53	24 22
682,5	1 30 15,988	13 16	8 04	16 04	19 45	23 44
683,5	1 34 12,544	13 20	8 27	16 04	20 37	22 01
684,5	1 38 09,098	13 24	8 49	16 04	21 28	19 15
685,5	1 42 05,650	13 28	9 11	16 05	22 18	15 32
686,5	1 46 02,200	13 31	9 33	16 05	23 08	11 00
687,5	1 49 58,749	13 35	9 55	16 05	23 58	5 48
688,5	1 53 55,297	13 39	10 16	16 05	0 48	— 0 11
689,5	1 57 51,845	13 43	10 38	16 06	1 39	+ 5 35
690,5	2 01 48,396	13 46	10 59	16 06	2 33	11 11
691,5	2 05 44,951	13 50	11 20	16 06	3 29	16 14
692,5	2 09 41,508	13 54	11 41	16 07	4 28	20 20
693,5	2 13 38,069	13 58	12 02	16 07	5 30	23 09
694,5	2 17 34,631	14 02	12 23	16 07	6 33	24 25
695,5	2 21 31,193	14 05	12 43	16 07	7 35	24 03
696,5	2 25 27,752	14 09	13 03	16 08	8 36	22 09
697,5	2 29 24,309	14 13	13 23	16 08	9 33	18 59
698,5	2 33 20,862	14 17	13 43	16 08	10 27	14 49
699,5	2 37 17,413	14 21	—14 03	16 08	11 19	+10 00

Hold: 12-én 4^h-kor földtávolban
23-án 23^h-kor földközelen

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben						A HOLD fény-változással
				Budapest						
				A NAP			A HOLD			
				kel	delel	nyugsz.	kel	nyugsz.		
				h m	h m	h m	h m	h m	h m	
1	V	(44) 45	306	6 27	11 28	16 27	2 55	15 42	● 8 17	
2	H		307	6 29	11 28	16 26	4 05	16 02		
3	K		308	6 30	11 28	16 24	5 13	16 23		
4	Sz		309	6 32	11 28	16 23	6 22	16 45		
5	Cs		310	6 33	11 28	16 21	7 29	17 10		
6	P	46	311	6 35	11 28	16 20	8 36	17 38	☾ 13 21	
7	Sz		312	6 36	11 28	16 18	9 39	18 13		
8	V		313	6 38	11 28	16 17	10 37	18 56		
9	H		314	6 39	11 28	16 15	11 29	19 45		
10	K		315	6 41	11 28	16 14	12 14	20 42		
11	Sz	47	316	6 42	11 28	16 12	12 51	21 44	☉ 16 43	
12	Cs		317	6 44	11 28	16 11	13 22	22 50		
13	P		318	6 45	11 28	16 10	13 49	23 59		
14	Sz		319	6 47	11 28	16 09	14 12	—		
15	V		320	6 48	11 28	16 08	14 34	1 09		
16	H	48	321	6 50	11 29	16 07	14 55	2 21	☾ 8 11	
17	K		322	6 51	11 29	16 06	15 17	3 37		
18	Sz		323	6 52	11 29	16 05	15 43	4 55		
19	Cs		324	6 54	11 29	16 04	16 12	6 16		
20	P		325	6 55	11 29	16 03	16 50	7 40		
21	Sz	49	326	6 57	11 30	16 02	17 37	9 00		
22	V		327	6 58	11 30	16 01	18 37	10 13		
23	H		328	7 00	11 30	16 00	19 46	11 13		
24	K		329	7 01	11 31	15 59	21 02	12 01		
25	Sz		330	7 02	11 31	15 59	22 19	12 37		
26	Cs	49	331	7 04	11 31	15 58	23 34	13 05		
27	P		332	7 05	11 31	15 57	—	13 29		
28	Sz		333	7 07	11 32	15 57	0 46	13 50		
29	V		334	7 08	11 32	15 56	1 55	14 09		
30	H		335	7 09	11 32	15 56	3 04	14 29		

HÓNAP

0 ^h világidőkor						
Julian datum 2438...	Csillagidő (λ = 0 ^h -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	°	' "	h m	°
...700,5	2 41 13,963	14 25	-14 22	16 09	12 07	+ 4 47
701,5	2 45 10,512	14 29	14 41	16 09	12 55	- 0 34
702,5	2 49 07,062	14 33	15 00	16 09	13 41	5 48
703,5	2 53 03,613	14 37	15 19	16 09	14 28	10 44
704,5	2 57 00,167	14 41	15 37	16 10	15 15	15 09
705,5	3 00 56,723	14 45	15 56	16 10	16 04	18 53
706,5	3 04 53,281	14 49	16 14	16 10	16 54	21 46
707,5	3 08 49,840	14 53	16 31	16 10	17 45	23 41
708,5	3 12 46,400	14 57	16 49	16 11	18 36	24 31
709,5	3 16 42,959	15 01	17 06	16 11	19 28	24 16
710,5	3 20 39,518	15 05	17 22	16 11	20 20	22 54
711,5	3 24 36,076	15 09	17 39	16 11	21 10	20 31
712,5	3 28 32,631	15 13	17 55	16 11	22 00	17 10
713,5	3 32 29,184	15 17	18 11	16 12	22 49	13 00
714,5	3 36 25,736	15 21	18 26	16 12	23 37	8 08
715,5	3 40 22,286	15 25	18 42	16 12	0 26	- 2 44
716,5	3 44 18,837	15 29	18 56	16 12	1 16	+ 2 59
717,5	3 48 15,389	15 33	19 11	16 13	2 09	8 44
718,5	3 52 11,945	15 38	19 25	16 13	3 04	14 10
719,5	3 56 08,504	15 42	19 39	16 13	4 03	18 51
720,5	4 00 05,067	15 46	19 53	16 13	5 06	22 21
721,5	4 04 01,632	15 50	20 06	16 13	6 11	24 17
722,5	4 07 58,197	15 54	20 18	16 14	7 16	24 28
723,5	4 11 54,760	15 59	20 31	16 14	8 19	22 58
724,5	4 15 51,321	16 03	20 43	16 14	9 19	20 02
725,5	4 19 47,878	16 07	20 54	16 14	10 15	16 01
726,5	4 23 44,432	16 11	21 06	16 14	11 07	11 16
727,5	4 27 40,984	16 16	21 17	16 14	11 57	6 06
728,5	4 31 37,535	16 20	21 27	16 15	12 44	+ 0 47
729,5	4 35 34,087	16 24	-21 37	16 15	13 30	- 4 28

Hold: 8-án 23^h-kor földtávolban
21-én 1^h-kor földközélen

I. DECEMBER

DÁTUM	A HÉT napja	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben						A HOLD fény-változása
				Budapesten						
				A NAP			A HOLD			
				kel	delel	nyugsz.	kel	nyugsz.		
				h m	h m	h m	h m	h m	h m	
1	K	(49)	336	7 11	11 33	15 55	4 11	14 50		
2	Sz		337	7 12	11 33	15 55	5 18	15 13		
3	Cs		338	7 13	11 34	15 54	6 25	15 40		
4	P		339	7 14	11 34	15 54	7 29	16 12	● 2 19	
5	Sz		340	7 15	11 34	15 54	8 30	16 52		
6	V	50	341	7 16	11 35	15 53	9 25	17 39		
7	H		342	7 17	11 35	15 53	10 12	18 33		
8	K		343	7 18	11 36	15 53	10 51	19 33		
9	Sz		344	7 19	11 36	15 53	11 24	20 37		
10	Cs		345	7 20	11 36	15 53	11 52	21 43		
11	P	51	346	7 21	11 37	15 53	12 16	22 51		
12	Sz		347	7 22	11 37	15 53	12 37	—	☾ 7 02	
13	V		348	7 23	11 38	15 53	12 57	0 01		
14	H		349	7 24	11 38	15 53	13 18	1 12		
15	K		350	7 25	11 39	15 53	13 41	2 26		
16	Sz		351	7 26	11 39	15 53	14 07	3 44		
17	Cs		352	7 26	11 40	15 53	14 40	5 06		
18	P		353	7 27	11 40	15 54	15 21	6 29		
19	Sz		354	7 28	11 41	15 54	16 16	7 47	○ 3 42	
20	V		355	7 28	11 41	15 55	17 23	8 56		
21	H	52	356	7 29	11 42	15 55	18 39	9 52		
22	K		357	7 29	11 42	15 55	20 00	10 34		
23	Sz		358	7 30	11 43	15 56	21 18	11 07		
24	Cs		359	7 30	11 43	15 57	22 34	11 34		
25	P		360	7 31	11 44	15 57	23 46	11 56	☾ 20 27	
26	Sz	53	361	7 31	11 44	15 58	—	12 15		
27	V		362	7 31	11 45	15 59	0 55	12 35		
28	H		363	7 32	11 45	16 00	2 03	12 55		
29	K		364	7 32	11 46	16 00	3 10	13 17		
30	Sz		365	7 32	11 46	16 01	4 16	13 43		
31	Cs		366	7 32	11 46	16 02	5 21	14 48		

Föld: tél kezdete 21-én 20^h 50^m-kor

HÓ NAP

0 ^h világidőkor						
Jullán dátum 2438...	Csillagidő (λ = 0 ^h -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látászó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ' "	" "	h m	° ' "
... 730,5	4 39 30,641	16 28	—21 47	16 15	14 16	— 9 27
731,5	4 43 27,196	16 33	21 55	16 15	15 02	14 00
732,5	4 47 23,754	16 37	22 05	16 15	15 50	17 56
733,5	4 51 20,314	16 41	22 13	16 15	16 40	21 04
734,5	4 55 16,875	16 46	22 21	16 16	17 30	23 17
735,5	4 59 13,437	16 50	22 28	16 16	18 22	24 27
736,5	5 03 09,999	16 55	22 35	16 16	19 14	24 31
737,5	5 07 06,560	16 59	22 42	16 16	20 05	23 29
738,5	5 11 03,120	17 03	22 48	16 16	20 56	21 24
739,5	5 14 59,678	17 08	22 54	16 16	21 45	18 22
740,5	5 18 56,234	17 12	22 59	16 16	22 33	14 30
741,5	5 22 52,788	17 16	23 04	16 16	23 20	9 58
742,5	5 26 49,341	17 21	23 08	16 16	0 08	— 4 52
743,5	5 30 45,893	17 25	23 12	16 17	0 56	+ 0 35
744,5	5 34 42,446	17 30	23 16	16,17	1 46	6 12
745,5	5 38 39,002	17 34	23 19	16 17	2 38	11 43
746,5	5 42 35,561	17 39	23 21	16 17	3 35	16 45
747,5	5 46 32,124	17 43	23 23	16 17	4 36	20 51
748,5	5 50 28,690	17 47	23 25	16 17	5 40	23 36
749,5	5 54 25,257	17 52	23 26	16 17	6 47	24 37
750,5	5 58 21,823	17 56	23 26	16 17	7 54	23 48
751,5	6 02 18,387	18 01	23 27	16 17	8 58	21 18
752,5	6 06 14,947	18 05	23 26	16 17	9 57	17 28
753,5	6 10 11,503	18 10	23 26	16 17	10 52	12 45
754,5	6 14 08,057	18 14	23 24	16 17	11 44	7 32
755,5	6 18 04,609	18 19	23 23	16 17	12 32	+ 2 08
756,5	6 22 01,162	18 23	23 20	16 17	13 19	— 3 13
757,5	6 25 57,715	18 27	23 18	16 17	14 05	8 18
758,5	6 29 54,271	18 32	23 15	16 17	14 51	12 57
759,5	6 33 50,829	18 36	23 11	16 17	15 38	17 01
760,5	6 37 47,389	18 41	—23 07	16 17	16 27	—20 21

Hold: 6-án 13^h-kor földtávolban
19-én 12^h-kor földközéiben

II. A Nap forgási tengelyének helyzete és a napkorong középpontjának héliografikus koordinátái

Dátum	P	B ₀	L ₀	Dátum	P	B ₀	L ₀
I. 1	+ 2,5	— 3,0	38,9	VII. 5	— 0,9	+ 3,4	104,0
6	+ 0,1	3,6	333,1	10	+ 1,4	3,9	37,8
11	— 2,4	4,1	267,2	15	3,7	4,4	331,7
16	4,7	4,6	201,4	20	5,9	4,9	265,5
21	7,1	5,1	135,5	25	8,0	5,3	199,3
26	9,3	5,5	69,7	30	10,1	5,7	133,2
31	11,4	5,9	3,9	VIII. 4	12,0	6,0	67,1
II. 5	13,5	6,3	298,0	9	13,9	6,4	1,0
10	15,4	6,6	232,2	14	15,7	6,6	294,9
15	17,2	6,8	166,4	19	17,4	6,8	228,8
20	18,8	7,0	100,5	24	18,9	7,0	162,7
25	20,3	7,1	34,7	29	20,4	7,2	96,6
III. 2	21,9	7,2	315,7	IX. 3	21,6	7,2	30,6
7	23,0	7,3	249,8	8	22,8	7,3	324,6
12	24,0	7,2	183,9	13	23,8	7,2	258,5
17	24,8	7,1	118,0	18	24,6	7,1	192,5
22	25,5	7,0	52,1	23	25,3	7,0	126,5
27	25,9	6,8	346,1	28	25,8	6,8	60,6
IV. 1	26,2	6,5	280,1	X. 3	26,2	6,6	354,6
6	26,4	6,2	214,2	8	26,3	6,3	288,6
11	26,3	5,9	148,2	13	26,3	6,0	222,6
16	26,0	5,5	82,2	18	26,1	5,6	156,7
21	25,6	5,1	16,2	23	25,7	5,2	90,7
26	25,0	4,6	310,1	28	25,2	4,7	24,8
V. 1	24,2	4,1	244,0	XI. 2	24,4	4,2	318,9
6	23,2	3,6	177,9	7	23,4	3,7	252,9
11	22,1	3,1	111,8	12	22,2	3,1	187,0
16	20,7	2,5	45,7	17	20,9	2,5	121,1
21	19,2	1,9	339,6	22	19,3	1,9	55,2
26	17,6	1,3	273,4	27	17,6	1,3	349,3
31	15,8	0,7	207,3	XII. 2	15,7	+ 0,7	283,4
VI. 5	13,9	— 0,1	141,1	7	13,7	0,0	217,5
10	11,9	+ 0,5	74,9	12	11,5	— 0,6	151,6
15	9,8	1,1	8,7	17	9,3	1,2	85,8
20	7,6	1,7	302,5	22	6,9	1,9	19,9
25	5,4	2,2	236,4	27	4,5	2,5	314,0
30	— 3,1	+ 2,8	170,1	I. 1	+ 2,1	— 3,1	248,2

III. Az öt fényes bolygó távolsága (r) és fényessége (m)
(Csillagászati egységekben, illetve magnitúdókban)

Dátum	Merkur r m	Venusz r m	Marsz r m	Jupiter r m	Szaturnusz r m
I. 1	0,70 +1,8	1,37 -3,4	2,36	4,84 -2,0	10,57 +1,0
16	0,78 +0,6	1,29 -3,4	2,37	5,07 -1,9	10,71
II. 1	1,09 0,0	1,20 -3,5	2,37	5,31 -1,8	10,80
16	1,27 -0,1	1,11 -3,6	2,37	5,52 -1,8	10,82
III. 1	1,36 -0,6	1,01 -3,7	2,37	5,68 -1,7	10,79
16	1,34 -1,5	0,91 -3,8	2,37	5,81 -1,6	10,71
IV. 1	1,05 -0,6	0,78 -3,9	2,37	5,91 -1,6	10,56 +1,1
16	0,69 +1,5	0,67 -4,0	2,36	5,96 -1,6	10,38 +1,2
V. 1	0,56 +2,9	0,55 -4,1	2,35	5,97 -1,6	10,16 +1,2
16	0,68 +1,2	0,44 -4,2	2,34	5,92 -1,6	9,92 +1,1
VI. 1	0,95 +0,3	0,34 -3,9	2,32	5,83 -1,6	9,65 +1,1
16	1,22 -1,0	0,29 -3,0	2,30	5,71 -1,7	9,41 +1,0
VII. 1	1,32 -1,7	0,31 -3,6	2,27 +1,6	5,55 -1,7	9,19 +0,9
16	1,18 -0,3	0,38 -4,1	2,23 +1,6	5,36 -1,8	9,00 +0,9
VIII. 1	0,96 +0,5	0,49 -4,2	2,18 +1,7	5,13 -1,9	8,86 +0,7
16	0,74 +1,0	0,60 -4,1	2,12 +1,7	4,90 -2,0	8,79 +0,6
IX. 1	0,63 +2,8	0,73 -3,9	2,04 +1,6	4,66 -2,1	8,78 +0,6
16	0,88 +0,3	0,84 -3,8	1,96 +1,6	4,45 -2,2	8,85 +0,7
X. 1	1,25 -1,1	0,95 -3,7	1,87 +1,5	4,26 -2,3	8,97 +0,7
16	1,42 -1,0	1,06 -3,6	1,76 +1,5	4,12 -2,4	9,15 +0,8
XI. 1	1,41 -0,5	1,16 -3,5	1,64 +1,4	4,03 -2,4	9,39 +0,9
16	1,27 -0,3	1,26 -3,5	1,51 +1,2	4,01 -2,4	9,63 +1,0
XII. 1	1,00 -0,2	1,34 -3,4	1,37 +1,0	4,07 -2,4	9,88 +1,0
16	0,69 +2,1	1,42 -3,4	1,23 +0,8	4,18 -2,3	10,11 +1,1

III a. A szabad szemmel látható bolygók koordinátái

Dátum	MERKUR			VENUSZ			MARSZ		
	RA	D	látszó su-gara	RA	D	látszó su-gara	RA	D	látszó su-gara
	h m	° '	''	h m	° '	''	h m	° '	''
I. 1	19 16	−20 36	4,77	20 52	−19 25	6,13	19 29	−22 54	1,98
6	18 48	20 00	4,97	21 17	17 38	6,24	19 46	22 17	1,98
11	18 26	19 59	4,68	21 42	15 38	6,37	20 02	21 33	1,98
16	18 19	20 29	4,19	22 05	13 29	6,50	20 19	20 43	1,98
21	18 27	21 10	3,74	22 29	11 10	6,64	20 35	19 48	1,98
26	18 44	21 46	3,39	22 51	8 45	6,80	20 51	18 47	1,98
31	19 08	22 04	3,12	23 14	6 14	6,97	21 07	17 51	1,98
II. 5	19 35	21 56	2,92	23 36	3 40	7,15	21 23	16 30	1,98
10	20 04	21 18	2,76	23 57	−1 03	7 34	21 38	15 15	1,97
15	20 35	20 10	2,64	0 19	+ 1 35	7,55	21 54	13 56	1,97
20	21 07	18 29	2,56	0 40	4 11	7 78	22 09	12 33	1,97
25	21 39	16 15	2,49	1 01	6 46	8,03	22 24	11 08	1,97
III. 1	22 12	13 27	2,45	1 22	9 17	8,30	22 39	9 40	1,97
6	22 45	10 07	2,43	1 44	11 43	8,60	22 54	8 09	1,97
11	23 20	6 15	2,44	2 05	14 02	8,93	23 08	6 37	1,98
16	23 55	−1 55	2,50	2 26	16 14	9,29	23 23	5 04	1,98
21	0 30	+ 2 44	2,60	2 48	18 17	9,69	23 37	3 30	1,98
26	1 05	7 25	2,79	3 09	20 09	10,13	23 52	1 55	1,98
31	1 37	11 40	3,09	3 31	21 50	10,61	0 06	−0 20	1,98
IV. 5	2 04	15 03	3,52	3 52	23 19	11,16	0 20	+ 1 14	1,98
10	2 23	17 15	4,06	4 13	24 35	11,77	0 34	2 48	1,98
15	2 32	18 08	4,68	4 34	25 37	12,45	0 48	4 20	1,98
20	2 31	17 38	5,30	4 54	26 26	13,22	1 02	5 52	1,98
25	2 23	15 58	5,77	5 13	27 01	14,09	1 17	7 21	1,99
30	2 12	13 37	5,95	5 31	27 23	15,07	1 31	8 48	1,99
V. 5	2 04	11 23	5,81	5 48	27 33	16,19	1 45	10 13	1,99
10	2 01	9 52	5,44	6 02	27 30	17,44	1 59	11 35	2,00
15	2 04	9 23	4,98	6 14	27 18	18,86	2 14	12 53	2,00
20	2 15	9 52	4,51	6 23	26 56	20,44	2 28	14 09	2,00
25	2 30	11 09	4,06	6 29	26 25	22,16	2 42	15 20	2,01
30	2 51	13 05	3,67	6 30	25 47	23,97	2 57	16 28	2 01
VI. 5	3 23	15 57	3,27	6 27	24 49	26,11	3 15	17 44	2,02
10	3 55	18 33	2,99	6 19	23 52	27,63	3 29	18 42	2,03
15	4 33	21 03	2,77	6 07	22 47	28,69	3 44	19 36	2,03
20	5 16	23 07	2,62	5 54	21 36	29,05	3 59	20 24	2,04
25	6 03	24 20	2,53	5 41	20 27	28,65	4 14	21 08	2,05
30	6 51	+24 27	2,52	5 30	+19 26	27,57	4 29	+21 47	2,06

és látszólagos sugara 0^h világidőkor

Dátum	JUPITER			SZATURNUSZ			URÁNUSZ		
	RA	D	látszó su- gara	RA	D	látszó su- gara	RA	D	látszó su- gara
	h m	° '	"	m h	° '	"	h m	° '	"
I. 1	0 42	+ 3 03	19,01	21 33	-15 49	7,06	10 47	+ 8 34	1,93
6	0 43	3 15	18,70	21 35	15 39	7,02	10 47	8 38	1,93
11	0 45	3 29	18,40	21 37	15 28	6,99	10 46	8 39	1,94
16	0 47	3 45	18,11	21 39	15 18	6,97	10 46	8 42	1,95
21	0 50	4 02	17,84	21 41	15 07	6,94	10 45	8 45	1,96
26	0 53	4 20	17,58	21 44	14 55	6,92	10 45	8 49	1,96
31	0 56	4 40	17,34	21 46	14 44	6,91	10 44	8 53	1,97
II. 5	0 59	5 00	17,11	21 48	14 32	6,90	10 44	8 57	1,97
10	1 02	5 22	16,90	21 51	14 20	6,89	10 43	9 02	1,97
15	1 05	5 44	16,70	21 53	14 08	6,89	10 42	9 07	1,98
20	1 09	6 08	16,51	21 55	13 56	6,89	10 41	9 11	1,98
25	1 13	6 31	16,34	21 58	13 44	6,90	10 40	9 16	1,98
III. 1	1 17	6 56	16,19	22 00	13 32	6,91	10 40	9 21	1,98
6	1 21	7 21	16,05	22 02	13 21	6,92	10 39	9 26	1,98
11	1 25	7 46	15,92	22 04	13 09	6,94	10 38	9 31	1,98
16	1 29	8 11	15,81	22 07	12 58	6,96	10 37	9 36	1,98
21	1 33	8 37	15,71	22 09	12 46	6,99	10 36	9 40	1,97
26	1 38	9 03	15,62	22 11	12 36	7,02	10 36	9 44	1,97
31	1 42	9 28	15,55	22 13	12 25	7,05	10 35	9 48	1,96
IV. 5	1 46	9 54	15,50	22 15	12 15	7,09	10 34	9 51	1,96
10	1 51	10 20	15,45	22 17	12 06	7,13	10 34	9 55	1,95
15	1 56	10 45	15,42	22 18	11 57	7,18	10 33	9 57	1,95
20	2 00	11 10	15,40	22 20	11 48	7,22	10 33	10 00	1,94
25	2 05	11 35	15,40	22 22	11 40	7,27	10 33	10 02	1,93
30	2 09	12 00	15,40	22 23	11 33	7,33	10 32	10 03	1,92
V. 5	2 14	12 24	15,42	22 24	11 27	7,38	10 32	10 04	1,91
10	2 19	12 47	15,46	22 26	11 21	7,44	10 32	10 04	1,91
15	2 23	13 10	15,50	22 27	11 16	7,50	10 32	10 04	1,90
20	2 28	13 33	15,56	22 28	11 12	7,57	10 32	10 04	1,89
25	2 32	13 55	15,63	22 28	11 09	7,63	10 32	10 02	1,88
30	2 37	14 16	15,72	22 29	11 06	7,70	10 32	10 01	1,87
VI. 5	2 42	14 40	15,84	22 29	11 05	7,78	10 33	9 58	1,86
10	2 46	14 59	15,95	22 30	11 04	7,84	10 33	9 58	1,85
15	2 50	15 18	16,08	22 30	11 05	7,91	10 34	9 53	1,85
20	2 55	15 36	16,22	22 30	11 06	7,98	10 34	9 49	1,84
25	2 59	15 53	16,37	22 30	11 09	8,04	10 35	9 45	1,83
30	3 02	+16 09	16,54	22 29	-11 12	8,10	10 36	+ 9 41	1,82

III a. A szabad szemmel látható bolygók koordinátái

Dátum	MERKUR			VENUSZ			MARSZ		
	RA	D	látszó su- gara	RA	D	látszó su- gara	RA	D	látszó su- gara
	h m	° '	''	h m	° '	''	h m	° '	''
VII. 6	7 45	+23 07	2,58	5 22	+18 31	26,68	4 47	+22 26	2,07
11	8 26	21 04	2,68	5 20	18 05	23,90	5 01	22 53	2,09
16	9 02	18 28	2,82	5 21	17 54	22 12	5 16	23 15	2,10
21	9 34	15 32	3,00	5 26	17 56	20,42	5 31	23 31	2,11
26	10 01	12 28	3,20	5 35	18 07	18,87	5 46	23 43	2,13
31	10 24	9 25	3,44	5 46	18 24	17,47	6 01	23 49	2,14
VIII. 5	10 44	6 34	3,72	5 59	18 42	16,23	6 15	23 50	2,16
10	10 58	4 03	4,05	6 14	18 58	15,13	6 30	23 46	2,18
15	11 07	2 06	4,42	6 31	19 10	14,15	6 44	23 37	2,20
20	11 09	1 01	4,82	6 49	19 16	13,29	6 58	23 23	2,23
25	11 03	1 07	5,17	7 08	19 14	12,52	7 12	23 05	2,25
30	10 50	2 38	5,35	7 28	19 01	11,84	7 26	22 43	2,28
IX. 5	10 31	5 46	5,11	7 53	18 32	11,11	7 43	22 11	2,31
10	10 23	8 15	4,57	8 15	17 55	10,58	7 56	21 41	2,34
15	10 28	9 29	3,94	8 36	17 06	10,10	8 09	21 07	2,38
20	10 45	9 00	3,38	8 58	16 05	9,66	8 22	20 30	2,41
25	11 12	6 57	2,98	9 21	14 52	9,26	8 35	19 50	2,45
30	11 43	3 51	2,70	9 43	13 28	8,90	8 47	19 08	2,50
X. 5	12 16	+ 0 13	2,53	10 05	11 53	8,58	8 59	18 23	2,54
10	12 48	- 3 35	2,42	10 27	10 09	8,28	9 11	17 36	2,59
15	13 19	7 20	2,36	10 50	8 16	8,00	9 23	16 48	2,65
20	13 50	10 53	2,34	11 12	6 16	7,75	9 34	15 59	2,70
25	14 21	14 10	2,33	11 34	4 10	7,52	9 45	15 09	2,76
30	14 52	17 09	2,36	11 56	+ 1 59	7,30	9 56	14 18	2,83
XI. 5	15 28	20 14	2,41	12 23	- 0 43	7,07	10 08	13 16	2,92
10	15 59	22 22	2,49	12 45	2 59	6,89	10 19	12 25	3,00
15	16 30	24 02	2,60	13 08	5 15	6,72	10 28	11 34	3,08
20	17 01	25 11	2,75	13 31	7 31	6,57	10 38	10 44	3,18
25	17 30	25 46	2,96	13 54	9 42	6,43	10 47	9 55	3,28
30	17 56	25 46	3,26	14 18	11 50	6,29	10 56	9 07	3,38
XII. 5	18 15	25 12	3,68	14 41	13 51	6,17	11 04	8 21	3,50
10	18 21	24 07	4,22	15 06	15 44	6,06	11 12	7 38	3,63
15	18 08	22 39	4,75	15 31	17 27	5,95	11 20	6 57	3,76
20	17 40	21 03	4,93	15 56	18 59	5,85	11 27	6 19	3,91
25	17 17	20 02	4,60	16 22	20 18	5,76	11 34	5 45	4,07
30	17 12	-20 03	4,07	16 48	-21 23	5,67	11 40	+ 5 14	4,24

és látszólagos sugara 0^h világitókor

Dátum	JUPITER			SZATURNUSZ			URÁNUSZ		
	RA	D	látszó su-gara	RA	D	látszó su-gara	RA	D	látszó su-gara
	h m	° '	''	h m	° '	''	h m	° '	''
VII. 6	3 07	+16 27	16,75	22 29	-11 17	8,17	10 37	+9 35	1,82
11	3 11	16 41	16,95	22 28	11 22	8,23	10 37	9 30	1,81
16	3 14	16 54	17,16	22 27	11 27	8,28	10 38	9 25	1,80
21	3 17	17 06	17,38	22 26	11 34	8,33	10 39	9 19	1,80
26	3 20	17 17	17,62	22 25	11 41	8,37	10 40	9 13	1,79
31	3 23	17 27	17,86	22 24	11 48	8,41	10 41	9 07	1,79
VIII. 5	3 26	17 36	18,13	22 23	11 56	8,44	10 42	9 00	1,79
10	3 28	17 44	18,40	22 21	12 04	8,47	10 43	8 53	1,78
15	3 30	17 51	18,68	22 20	12 13	8,49	10 45	8 46	1,78
20	3 32	17 56	18,97	22 19	12 21	8,50	10 46	8 40	1,78
25	3 33	18 01	19,28	22 17	12 30	8,50	10 47	8 32	1,78
30	3 35	18 05	19,59	22 16	12 38	8,50	10 48	8 25	1,78
IX. 5	3 36	18 07	19,96	22 14	12 48	8,48	10 49	8 17	1,78
10	3 36	18 08	20,28	22 13	12 56	8,46	10 51	8 10	1,78
15	3 36	18 08	20,59	22 11	13 03	8,44	10 52	8 03	1,78
20	3 36	18 07	20,91	22 10	13 10	8,40	10 53	7 56	1,78
25	3 36	18 04	21,21	22 09	13 16	8,36	10 54	7 49	1,78
30	3 35	18 01	21,50	22 08	13 22	8,32	10 55	7 42	1,79
X. 5	3 34	17 56	21,78	22 07	13 26	8,27	10 56	7 36	1,79
10	3 32	17 50	22,04	22 06	13 30	8,22	10 57	7 29	1,79
15	3 30	17 44	22,27	22 05	13 34	8,16	10 58	7 23	1,80
20	3 28	17 36	22,47	22 05	13 36	8,10	10 59	7 17	1,80
25	3 26	17 28	22,64	22 05	13 37	8,04	11 00	7 12	1,81
30	3 24	17 19	22,77	22 04	13 38	7,97	11 01	7 07	1,82
XI. 5	3 20	17 07	22,88	22 04	13 37	7,89	11 02	7 01	1,82
10	3 18	16 57	22,92	22 05	13 36	7,83	11 03	6 57	1,83
15	3 15	16 47	22,91	22 05	13 33	7,76	11 03	6 53	1,84
20	3 12	16 37	22,86	22 05	13 30	7,69	11 04	6 50	1,85
25	3 10	16 27	22,77	22 06	13 26	7,63	11 04	6 47	1,86
30	3 07	16 18	22,64	22 07	13 20	7,56	11 05	6 45	1,86
XII. 5	3 05	16 09	22,46	22 08	13 15	7,50	11 05	6 43	1,87
10	3 02	16 01	22,25	22 09	13 08	7,44	11 05	6 42	1,88
15	3 01	15 55	22,01	22 10	13 00	7,38	11 05	6 42	1,89
20	2 59	15 49	21,75	22 12	12 52	7,33	11 05	6 41	1,90
25	2 58	15 45	21,46	22 13	12 43	7,28	11 05	6 42	1,91
30	2 57	+15 42	21,16	22 15	-12 34	7,23	11 05	+6 43	1,92

IV. A Jupiter—holdak helyzetei

Nap	Január		Február	
	A holdak a bolygó		A holdak a bolygó	
	nyugati oldalán	keleti oldalán	nyugati oldalán	keleti oldalán
	18h		19h	
1	·3 ·1·2	4·	2·	·1·3 ·4
2	·3	1· ·2 4·	·1·2	·3 ·4
3	·1	2· 4·		1· ·23· 4·
4	2·	1· ·3	·1	4·
5	4· ·1	3·	3· ·2	4·
6	4·	3· 2·	·3	4·
7	4· 3·2	·1	·34·1·	
8	4· 3· ·21·		4· 2·	·3·1
9	·4 ·3	·1·2	4· 1·2	·3
10	·4 1·	2·	4·	·1·23·
11	·4 2·	1· ·3	·4 ·1	3·2·
12	·1·4	3·	·4 3·2·	1·
13		1· ·43· ·2	·43· ·1	
14	3·2·	·4	·3·4	·2
15	3· ·2	·4	2·	·1
16	·3	·1·2 ·4	·21·	·4·3
17	1·	2· 4·		1· ·2 3· ·4
18	2·	1· ·3 4·	·1	3·2· ·4
19	·1·2	3·4·	3·2·	1· ·4
20		1·3·4· ·2	3· ·2	4·
21	3·4·		·3	2· 4·
22	3·4· ·2 1·		2·	·1 4·
23	4· ·3	·1·2	·2 1·	4· ·3
24	4· 1· ·3	2·	4·	·2·1 3·
25	4· 2·	·1·3	4· 1·	3·2·
26	·4 ·1·2	·3	4· 2·3·	
27	·4	1· ·2 3·	4· 3· ·2·1	
28	·4 ·1	2·	·4 ·3	1· ·2
29	3· 2· ·4	1·	·4 ·3	2·
30	·3	·4		
31	·31·	2· ·4		

IVa. A Jupiter—holdak jelenségei

Dátum	h m		Hold	Jelenség	Dátum	h m		Hold	Jelenség
I. 3	19 00	v	3	f	II. 4	17 42	k	3	e
	20 14	k	2	e		20 17	k	2	e
	22 42	v	2	e		20 27	v	3	e
	22 55	k	2	a		21 33	k	1	m
4	21 55	k	1	e	5	18 48	k	1	e
5	19 12	k	1	m		19 58	k	1	a
	19 47	v	2	f		21 00	v	1	e
	22 44	v	1	f	6	19 23	v	1	f
6	18 36	v	1	e		19 43	v	2	f
	19 55	v	1	a	12	20 48	k	1	e
10	17 46	v	3	m	13	18 03	k	1	m
	20 34	k	3	f		21 19	v	1	f
	22 52	k	2	e	14	18 34	v	1	a
	23 02	v	3	f	15	19 10	v	3	f
12	19 46	v	2	m	20	20 03	k	1	m
	20 00	k	2	f		20 31	k	2	m
	21 09	k	1	m	21	18 19	k	1	a
	22 26	v	2	f		19 32	v	1	e
13	19 41	k	1	a		20 30	v	1	a
	20 33	v	1	e	22	19 27	v	3	m
	21 51	v	1	a		19 31	v	2	a
14	19 09	v	1	f	28	19 21	k	1	e
17	19 08	k	3	m		20 15	k	1	a
	21 55	v	3	m	29	19 38	v	1	f
19	19 57	k	2	m		19 44	k	2	a
	22 29	v	2	m		20 27	v	2	e
	22 39	k	2	f	<p>k vagy v betű azt mutatja, hogy a szomszédos oszlop időadata a jelenség kezdete, ill. végére vonatkozik-e.</p> <p>A többi betű jelentése: f = fogyatkozás (a Jupiter-hold fogyatkozásban van, tehát a Jupiter árnyék-kúpjába került), m = a hold a Jupiter korongja mögött (Földünkről nem látszik), e = a hold a Jupiter korongja előtt (a hold látszólagosan a bolygó korongján van), a = a hold „fekete” árnyéka vetődik a Jupiter korongjára (a Jupiteren teljes napfogyatkozás van).</p>				
20	20 19	k	1	e					
	21 37	k	1	a					
	22 31	v	1	e					
21	19 49	v	2	a					
	21 04	v	1	f					
22	18 16	v	1	a					
28	18 35	k	3	a					
	19 34	k	1	m					
	20 02	k	2	a					
	20 02	v	2	e					
	20 58	v	3	a					
29	18 02	k	1	a					
	19 00	v	1	e					
	20 12	v	1	a					
30	17 28	v	1	f					

IV. A Jupiter—holdak helyzetei

Nap	Július			Augusztus		
	A holdak a bolygó			A holdak a bolygó		
	nyugati oldalán	keleti oldalán		nyugati oldalán	keleti oldalán	
	2 ^h			24 ^h		
1	· 2	· 1	· 4	· 2 · 4	3 · 1	
2	1 ·	· 2 · 3	· 4	3 · 1 ·	· 4 · 2	
3		2 · 1 ·	3 · · 4	3 ·	2 · 1	· 4
4	2 · 1	3 ·	4 ·	· 32 · 1		· 4
5	3 ·	1 ·	4 ·		1 ·	· 4
6	3 · · 1	2 · 4 ·		· 1	· 2 · 3	4 ·
7	· 3 2 ·	4 ·			3 · 4 ·	
8	· 2	· 1		· 2	· 1 3 · 4 ·	
9	4 · 1 ·	· 2 · 3		3 · 1 ·	· 24 ·	
10	4 ·	· 12 · · 3		3 · 4 ·	· 12 ·	
11	4 · 2 · 1 ·	3 ·		· 34 · 2 · 1 ·		
12	4 · · 3 ·	1 ·		4 · · 2	1 ·	
13	· 4 3 · 1	· 2		4 · · 1	· 2 · 3	
14	· 4 · 3 2 ·			4 ·	1 · 2 · 3 ·	
15	· 4 · 2 · 3			· 4 · 2	3 ·	
16	1 · 4	· 2 · 3		· 4 3 · 1 ·	· 2	
17		· 4 · 12 · · 3		3 · 4	· 12 ·	
18	2 · 1 ·	3 · 4		· 3 2 · 1		
19	· 23 ·	1 · · 4		· 2	1 · 4	
20	3 · 1	· 2 · 4		· 1	· 3 · 2 · 4	
21	· 3	1 · 4 ·			1 · 2 · · 3 · 4	
22	· 2 · 3	4 ·		2 ·	3 · 4	· 4
23		· 2 · 3 4 ·		3 · 1 ·	· 2	4 ·
24		· 14 · 2 · · 3		3 ·	· 1 2 · 4 ·	
25	2 · 1 ·	3 ·		· 3 1 · 2 ·	4 ·	
26	4 · 2	3 · 1		· 2 · 3	4 ·	
27	4 · 3 · 1	· 2		· 14 ·	· 3 · 2	
28	4 · · 3	2 · 1 ·		4 ·	1 · 2 · · 3	
29	· 4 2 · 3 · 1			4 · 2 · · 1	3 ·	
30	· 4	1 · 3		4 ·	3 ·	
31	· 4	2 · 3		· 4 3 ·	2 ·	

IVa. A Jupiter — holdak jelenségei

Dátum	h m		Hold	Jelenség	Dátum	h m		Hold	Jelenség
VII. 1	1 40	k	3	m	VIII. 5	23 57	k	2	f
7	1 11	k	1	a	6	0 57	v	3	m
	2 19	k	1	e		2 20	v	2	f
8	1 16	k	3	f		2 39	k	2	m
	1 40	v	1	m		3 15	k	1	a
12	2 56	k	2	f	7	0 25	k	1	f
14	2 04	v	2	e		23 04	k	1	e
16	0 55	v	1	e		23 32	v	2	e
19	2 28	v	3	e		23 52	v	1	a
21	2 12	v	2	a	8	1 12	v	1	e
	2 25	k	2	e	12	23 30	v	3	f
22	2 08	k	1	f	13	2 31	k	2	f
23	0 44	k	1	e		3 03	k	3	m
	1 36	v	1	a	14	23 23	v	2	a
	2 52	v	1	e		23 37	k	1	a
26	1 26	v	3	a		23 49	k	2	e
28	2 27	k	2	a	15	0 59	k	1	e
30	0 01	k	2	m		1 45	v	1	a
	1 21	k	1	a		2 11	v	2	e
	2 24	v	2	m		3 06	v	1	e
	2 40	k	1	e	16	0 21	v	1	m
	3 30	v	1	a	20	1 20	k	3	f
31	2 02	v	1	m		3 30	v	3	f
					21	23 37	k	2	a
					22	1 31	k	1	a
						2 00	v	2	a
						2 26	k	2	e
						2 52	k	1	e
						3 39	v	1	a
					23	22 50	v	3	e
						23 27	v	1	e
						23 28	v	2	m
					29	2 14	k	2	a
						3 24	k	1	a
					30	23 12	k	1	e
						23 20	v	2	f
						23 37	k	2	m
					31	0 01	v	1	a
						0 52	k	3	e
						1 19	v	1	e
						1 59	v	2	m
						2 42	v	3	c

IV. A Jupiter—holdak helyzetei

Nap	Szeptember			Október		
	A holdak a bolygó			A holdak a bolygó		
	nyugati oldalán		keleti oldalán	nyugati oldalán		keleti oldalán
	22h			20h		
1	· 4	· 3 1 · 2 ·		4 ·	· 31 ·	
2		· 4 · 3 · 2	· 1	4 ·		· 1 · 32 ·
3		· 4 · 1	· 3 · 2	4 ·	1 · 2 ·	· 3
4			1 · 2 · · 3	· 4	· 2	1 · 3 ·
5		2 · · 1	· 4 3 ·	· 4	1 ·	· 2
6		· 2	1 · 3 · · 4		· 43 ·	1 · 2 ·
7		3 ·	· 2 · · 4		· 3 2 · · 1 · 4	
8	3 ·	1 ·	· 4		· 3 · 2	1 · · 4
9	· 3 · 2		· 1 · · 4 ·			· 3 · 2 · 4
10	1 ·	· 2 · · 4 ·			1 ·	2 · · 3 · · 4
11		· 12 · · 34 ·			2 ·	· 1 3 · · 4
12		· 12 ·	4 · 3 ·		1 ·	· 23 · · 4 ·
13		· 24 ·	1 · 3 ·		3 ·	1 · 2 · · 4 ·
14	4 · 3 · · 1	· 2		3 · 2 · · 1		4 ·
15	4 · 3 ·	1 · 2 ·		· 3 · 2		1 · 4 ·
16	4 · · 3 · 2	· 1		4 ·		· 3 · 2
17	· 4 · 1 ·	· 2		4 · 1 ·		2 · · 3
18	· 4	· 1 2 · · 3		4 · · 2		· 1 3 ·
19	· 4 1 · 2 ·	3 ·		4 · 1 ·		· 23 ·
20	· 4 · 2	1 · 3 ·		· 4 3 ·		1 · 2 ·
21	3 · · 1	· 4 · 2		· 4 3 · 2 · · 1		
22	3 ·	1 · 2 · · 4		· 4 · 3 · 2		1 ·
23	· 3 2 ·	· 4		· 4 · 1		· 3 · 2
24	1 ·	· 2 · · 4				2 · · 3
25		· 1 · 32 · · 4 ·		2 ·		· 1 · · 4 3 ·
26	1 · 2 ·	· 3 4 ·		1 ·		3 · · 4
27	· 2	· 1 3 · 4 ·		3 ·		· 1 2 · · 4
28	· 13 ·	· 2 4 ·		3 · 1 · 2 ·		4 ·
29	3 ·	4 · 1 · 2 ·		· 3 · 2		1 · · 4 ·
30	· 3 4 · 2 · · 1			· 1		· 2 · 4 ·
31						1 · 2 · · 34 ·

IVa. A Jupiter—holdak jelenségei

Dátum	h m		Hold	Jelenség	Dátum	h m		Hold	Jelenség
IX. 6	23 17	k	3	a	X. 1	20 30	k	2	f
	23 30	k	2	f		20 32	v	1	a
	23 46	k	1	a		21 30	v	1	e
7	1 03	k	1	e	2	0 50	v	2	m
	1 25	v	3	a	5	20 55	v	3	e
	1 54	v	2	f	7	23 05	k	1	f
	1 55	v	1	a	8	21 09	k	1	e
	2 06	k	2	m		22 26	v	1	a
	3 10	v	1	e		23 04	k	2	f
8	21 38	v	1	e	9	20 34	v	1	m
	23 08	v	2	e	10	20 21	v	2	a
14	1 40	k	1	a		21 59	v	2	e
	2 04	k	2	f	12	21 26	v	3	a
	2 53	k	1	e		22 40	k	3	e
	3 17	k	3	a	13	0 21	v	3	e
	3 48	v	1	a	15	0 59	k	1	f
	22 53	k	1	f		22 11	k	1	a
15	2 17	v	1	m		22 54	k	1	e
	21 20	k	1	e	16	19 28	k	1	f
	22 16	v	1	a		22 20	v	1	m
	23 10	v	2	a	17	19 28	v	1	e
	23 17	k	2	e		20 34	k	2	a
	23 27	v	1	e		21 58	k	2	a
16	1 37	v	2	e		22 59	v	2	a
17	22 26	k	3	m	19	23 17	k	3	a
18	0 12	v	3	m	20	1 26	v	3	a
22	0 47	k	1	f		2 02	k	3	e
	22 02	k	1	a		0 05	k	1	a
	23 09	k	1	e	23	0 38	k	1	e
	23 23	k	2	a		21 23	k	1	f
23	0 10	v	1	a	24	19 04	k	1	e
	1 16	v	1	e		20 43	v	1	a
	1 43	v	2	e		21 12	v	1	e
	1 47	v	2	a		23 11	k	2	a
	22 33	v	1	m	25	0 15	k	2	e
24	21 22	k	3	f	26	20 47	v	2	m
	22 29	v	2	m	30	20 50	v	3	m
	23 33	v	3	f		23 17	k	1	f
29	23 55	k	1	a		20 27	k	1	a
30	0 56	k	1	e	31	20 48	k	1	e
	2 00	k	2	a		22 37	v	1	a
	21 10	k	1	f		22 56	v	1	e

IV. A Jupiter—holdak helyzetei

Nap	November		December	
	A holdak a bolygó		A holdak a bolygó	
	nyugati oldalán	keleti oldalán	nyugati oldalán	keleti oldalán
	18 ^b		18 ^b	
1	2.	4. 3.	1	3. 2 4.
2	4. 1. 2	3.	3. 1.	2. 4.
3	4. 3.	1. 2	3 2.	1. 4.
4	4. 3. 1. 2.		31.	4.
5	4. 3. 2	1	4.	3. 1 2.
6	4. 1. 3	2	4. 12.	3
7	4	1. 2. 3	4. 2	1. 3.
8	4 2. 1	3	4. 1	3. 2
9	4. 2	3.	4 3.	2.
10	3.	1. 4. 2	4 3. 2.	
11	3. 1.	2. 4	4. 3. 21.	
12	3. 2.	1. 4	4	1. 2
13	31.	2. 4	1.	3
14		1. 3 2. 4.	2	1. 4 3.
15	12.	3 4.	1	2 3. 4
16	2	3. 4.	3.	1. 2. 4
17	3.	1. 4. 2	3. 2.	1. 4.
18	3. 1. 4.	2.	3. 21.	4.
19	34. 2	1		1. 2 4.
20	4. 1. 3	2	1.	2. 4. 3
21	4.	1. 32.	2	1. 3.
22	4. 2. 1	3	4. 1	2 3.
23	4. 2	1. 3.	4. 3.	1. 2.
24	4	3. 2	4. 3. 2. 1	
25	3. 4 1.	2.	4. 3. 2	
26	3 2. 4	1	4 3	1. 2
27	31.	4	4 1.	2. 3
28		3. 1 2. 4	4 2.	1. 3
29	12.	3 4	1. 4	3.
30	2	1. 3. 4	3.	41. 2.
31			3. 12	4

IVa. A Jupiter—holdak jelenségei

Dátum	h m		Hold	Jelenség	Dátum	h m		Hold	Jelenség
XI. 1	17 46 20 14	k v	1 1	f m	XII. 1	19 27 21 33 22 05	k k v	1 3 1	m e f
2	20 06	k	2	f	2	18 42 19 13	v v	1 1	e a
4	17 57	v	2	e	4	18 43 22 13	k v	2 2	m f
6	21 27	k	3	f	6	17 20	v	2	a
7	22 22 22 31	k k	1 1	a e	8	21 12	k	1	m
8	19 41 21 58	k v	1 1	f m	9	18 19 18 58 20 28 21 08	k k v v	1 1 1 1	e a e a
9	19 00 19 05 22 41	v v k	1 1 2	a e f	10	18 29	v	1	f
11	17 43 17 52 20 10 20 12	k k v v	2 2 2 2	a e a e	11	20 59	k	2	m
15	21 33	k	1	m	12	17 32 19 44	k v	3 3	f f
16	18 40 18 45 20 48 20 55	k k v v	1 1 1 1	e a e a	13	17 31 18 25 19 58	k v v	2 2 2	a e a
17	17 30 18 15	v v	3 1	a f	16	20 05 20 53	k k	1 1	e a
18	20 06 20 21 22 27 22 47	k k v v	2 2 2 2	e a e a	17	17 25 20 25	k v	1 1	m f
23	20 24 20 40 22 32 22 49	k k v v	1 1 1 1	e a e a	18	17 32	v	1	a
24	17 42 18 17 19 20 20 08 20 10 21 31	k k k v v v	1 3 3 3 1 3	m e a e f a	19	18 05 20 10 21 33	k v k	3 3 3	m m f
25	22 20 22 58	k k	2 2	e a	20	18 23 20 09 20 46	k k v	2 2 2	e a e
27	19 36	v	2	f	23	21 53	k	1	e
30	22 08 22 34	k k	1 1	e a	24	19 12	k	1	m
					25	17 18 18 28 19 27	k v v	1 1 1	a e a
					26	16 49 21 34	v k	1 3	f m
					27	20 45	k	2	e
					29	19 22	v	2	f
					30	17 39	v	3	a
					31	21 01	k	1	m

V. A fényesebb
(A -80° és $+80^\circ$ deklinációs

RA h m	D ° ,	m	sp	Csillagkép	RA h m	D ° ,	m	sp	Csillagkép
0 1	-17 37	4,6	A0	Cet	1 0	+ 7 37	4,5	K0	Psc
0 3	- 6 0	4,7	K0	Psc	1 2	+15 41	5,7	F2	Psc
0 6	+28 49	2,2	A0p	And	1 4	-46 59	3,4	K0	Pho
0 7	+58 51	2,4	F5	Cas	1 5	+54 40	5,3	G5	Cas
0 7	-46 2	3,9	K0	Pho	1 6	-10 27	3,6	K0	Cet
0 8	+45 48	5,1	F0	And	1 7	+35 21	2,4	M0	And
0 11	+14 54	2,9	B2	Peg	1 9	+29 49	4,7	K0	Psc
0 16	+36 31	4,5	A2	And	1 11	+ 7 14	5,6	A5	Psc
0 17	- 9 6	3,8	K0	Cet	1 14	-69 8	5,1	F8	Tuc
0 18	-65 10	4,3	F8	Tuc	1 15	+ 3 20	5,3	A2	Psc
0 18	+ 7 54	5,6	K0	Psc	1 17	+27 0	4,7	A2	Psc
0 18	+47 42	5,2	F5	And	1 22	- 8 26	3,8	K0	Cet
0 23	+ 1 40	6,0	G5	Psc	1 22	+59 59	2,8	A5	Cas
0 23	-77 33	2,9	G0	Hyi	1 25	+45 9	5,0	F5	And
0 24	-42 35	4,4	K0	Pho	1 26	-43 34	3,4	K5	Pho
0 27	- 4 14	6,1	K5	Cet	1 27	+70 1	6,0	F5	Cas
0 33	- 3 53	5,2	G0	Cet	1 29	+15 5	3,7	G5	Psc
0 34	+53 37	3,7	B3	Cas	1 34	+41 9	4,2	G0	And
0 34	+33 26	4,5	B3	And	1 34	+72 47	5,5	K0	Cas
0 36	+29 2	4,5	G5	And	1 34	+11 53	5,6	F0	Psc
0 37	+30 35	3,5	K2	And	1 35	+48 23	3,8	K0	And
0 38	+56 16	2,3	K0	Cas	1 36	-57 29	0,6	B5	Eri
0 39	-46 22	4,7	K0	Pho	1 39	+67 47	5,5	A0p	Cas
0 41	-18 16	2,2	K0	Cet	1 39	+ 5 14	4,7	K0	Psc
0 42	+48 1	4,7	B2	Chs	1 41	+50 26	4,2	B0p	Per
0 42	+74 43	5,6	A2	Cas	1 42	-16 12	3,7	K0	Cet
0 45	+24 0	4,3	K0	And	1 43	+ 8 54	4,5	K0	Psc
0 46	+57 33	3,6	F8	Cas	1 43	-25 18	5,4	F0	Scl
0 46	+ 7 18	4,6	K5	Psc	1 49	+50 33	5,6	B9	Per
0 47	+40 48	4,4	B3	And	1 49	-10 35	3,9	K0	Cet
0 47	-75 12	5,0	K5	Hyi	1 50	+29 20	3,6	F5	Tri
0 50	- 1 25	4,9	K0	Cet	1 51	+63 25	3,4	B3	Cas
0 54	+60 27	2,3	B0p	Cas	1 51	+ 2 56	4,8	K0	Psc
0 54	+38 14	3,9	A2	And	1 52	-46 33	4,4	M3	Pho
0 55	-29 36	4,4	B5	Scl	1 52	+20 33	2,7	A5	Ari

csillagok katalógusa

körök között fekvő csillagok)

RA h m	D ° ,	m	sp	Csillagkép	RA h m	D ° ,	m	sp	Csillagkép
1 57	-61 49	3,0	F0	Hyi	2 56	-40 30	3,4	A2	Eri
1 58	-21 19	4,2	M0	Cet	2 59	+79 13	5,7	M0	Cep
1 59	+72 11	4,1	A2	Cas	3 0	+ 3 54	2,8	M0	Cet
2 1	+42 5	2,3	K0	And	3 0	-23 49	4,2	A3	Eri
2 4	+23 14	2,2	K2	Ari	3 2	+38 39	3,7	M3	Per
2 7	+34 45	3,1	A5	Tri	3 2	-72 6	5,5	B8	Hyi
2 10	+50 50	5,4	K0	Per	3 2	-59 56	5,2	F0	Hor
2 10	+ 8 37	4,5	G5	Cet	3 5	+40 46	2,9	B8	Per
2 11	-30 57	5,2	A0	For	3 9	+19 32	4,5	K0	Ari
2 14	+33 37	4,1	A0	Tri	3 10	-29 11	4,0	F8	For
2 14	- 6 39	5,7	G5	Cet	3 11	-57 30	5,7	M0	Hor
2 15	-51 45	3,8	B8	Eri	3 12	+20 52	5,0	A0	Ari
2 17	- 3 12	5,8	M7	Cet	3 13	- 9 0	4,9	A3	Eri
2 20	-24 3	5,4	F5	For	3 14	+77 33	5,5	F0	Cep
2 21	-68 53	4,3	A2	Hyi	3 17	-77 34	5,5	F2	Hyi
2 25	+67 11	4,8	A5p	Cas	3 18	-43 16	4,3	G5	Eri
2 26	+ 8 14	4,3	A0	Cet	3 18	+20 58	5,2	B3	Ari
2 30	-15 28	4,8	F5	Cet	3 21	+49 41	1,9	F5	Per
2 33	+72 36	5,3	K0	Cas	3 22	+ 8 51	3,8	G5	Tau
2 33	+ 5 23	5,0	G5	Cet	3 24	+ 9 34	3,8	B8	Tau
2 33	-79 20	5,3	K0	Hyi	3 25	+59 46	4,4	B9p	Cam
2 36	+21 45	5,4	A2	Ari	3 27	+47 49	4,6	K0	Per
2 37	+ 0 7	4,0	B2	Cet	3 28	+12 46	4,3	K0	Tau
2 39	-68 29	4,3	B9	Hyi	3 31	- 9 38	3,8	K0	Eri
2 41	+49 1	4,2	F8	Per	3 32	-21 48	4,3	B8	Eri
2 41	+ 2 2	3,7	A2	Cet	3 38	+25 10	6,2	A0	Tau
2 42	-14 4	4,4	B5	Cet	3 39	+47 38	3,1	B5	Per
2 42	+ 9 54	4,4	F0	Cet	3 41	- 9 56	3,7	K0	Eri
2 47	+55 41	4,0	K0	Per	3 42	+42 25	3,9	F5	Per
2 47	+27 3	3,7	B8	Ari	3 44	+23 57	3,0	B5p	Tau
2 47	-32 37	4,5	K0	For	3 45	+71 11	4,7	A0	Cam
2 49	+14 53	5,5	B5	Ari	3 45	-23 24	4,3	F8	Eri
2 49	-21 13	4,8	K0	Eri	3 48	-36 21	4,2	K0	Eri
2 54	- 9 6	4,1	K0	Eri	3 48	-74 24	3,2	M0	Hyi
2 56	+21 8	4,6	A2	Ari	3 51	+31 44	2,9	B1	Per

V. A lényesebb
(A -80° és $+80^\circ$ deklinációs

RA h m	D ° ,	m	sp	Csillagkép	RA h m	D ° ,	m	sp	Csillagkép
3 54	+39 52	3,0	B1	Per	4 58	+43 45	3,7	F5p	Aur
3 56	+35 39	4,1	Oe5	Per	4 59	+60 22	4,2	G0p	Cam
3 58	-13 39	3,2	K5	Eri	5 0	+21 31	4,7	A5	Tau
3 58	+12 21	4,0	B3	Tau	5 2	+15 20	4,7	B9	Ori
3 58	-61 32	4,4	M0	Ret	5 3	+41 10	3,3	B3	Aur
4 1	+ 5 51	3,9	A0	Tau	5 3	-22 26	3,3	K5	Lep
4 2	+21 57	4,5	K0	Tau	5 5	- 5 9	2,9	A3	Eri
4 5	+47 35	4,0	B3p	Per	5 10	+38 26	4,8	A3	Aur
4 6	+19 29	5,7	G5	Tau	5 11	-16 16	3,3	A0p	Lep
4 8	+26 21	5,6	F0	Tau	5 12	- 8 15	0,3	B8p	Ori
4 9	- 6 58	4,1	F2	Eri	5 13	+45 57	0,2	G0	Aur
4 11	+48 17	4,3	G0	Per	5 14	+79 11	5,2	F8	Cam
4 12	-42 25	3,8	K0	Hor	5 15	- 6 54	3,7	B5	Ori
4 13	+ 8 46	4,3	B3	Tau	5 16	+40 3	4,9	G0	Aur
4 14	-62 36	3,4	G5	Ret	5 16	-34 57	4,9	K0	Col
4 17	+15 31	3,9	K0	Tau	5 17	- 0 26	4,7	B3	Ori
4 17	+34 27	5,1	G5	Per	5 22	+ 6 18	1,7	B2	Ori
4 20	+17 26	3,9	K0	Tau	5 23	+28 34	1,8	B8	Tau
4 22	-34 7	4,1	K5	Eri	5 25	+63 2	5,8	K5	Cam
4 26	+19 4	3,6	K0	Tau	5 26	-20 48	3,0	G0	Lep
4 30	+42 58	6,1	F0	Per	5 29	-47 7	5,5	G5	Pic
4 33	+16 25	1,1	K5	Tau	5 29	+32 9	4,9	B1	Aur
4 33	-55 9	3,5	A0p	Dor	5 29	- 0 20	2,5	B0	Ori
4 34	- 3 27	4,1	B2	Eri	5 31	-17 51	2,7	F0	Lep
4 36	-14 24	4,0	K0	Eri	5 32	+ 9 27	4,5	B0	Ori
4 39	-41 57	4,5	F2	Cae	5 33	+75 1	6,4	K5	Cam
4 39	+22 52	4,3	B5	Tau	5 33	- 5 56	2,9	Oe5	Ori
4 42	+75 51	6,0	F0	Cam	5 34	- 1 14	1,8	B0	Ori
4 43	- 3 21	4,2	B5	Eri	5 35	+21 7	3,0	B3p	Tau
4 44	+56 40	5,4	A2	Cam	5 38	-34 6	2,8	B5p	Col
4 47	+ 6 53	3,3	F8	Ori	5 38	- 1 58	2,1	B0	Ori
4 48	+18 45	5,1	F0	Tau	5 42	+49 48	5,5	A0	Aur
4 49	+66 15	4,4	B0	Cam	5 45	-14 50	3,7	A2	Lep
4 52	+ 2 21	3,9	B3	Ori	5 45	-65 45	4,5	A5	Dor
4 54	+33 5	2,9	K2	Aur	5 45	- 9 41	2,2	B0	Ori

csillagok katalógusa

körök között fekvő csillagok)

RA h m	D ° ,	m	sp	Csillagkép	RA h m	D ° ,	m	sp	Csillagkép
5 48	+38 8	4,2	K0	Aur	6 48	-61 53	3,3	A5	Pic
5 49	-20 53	3,9	K0	Lep	6 49	-50 33	2,8	K0	Pup
5 50	+27 36	4,5	A0	Tau	6 50	+34 1	3,6	A2	Gem
5 52	+ 7 24	0,8	M0	Ori	6 52	-11 58	4,3	K2	CMA
5 54	-14 11	3,8	F0	Lep	6 53	+58 29	4,5	G0	Lyn
5 55	+54 17	3,9	K0	Aur	6 57	-28 54	1,6	B1	CMA
5 56	+44 57	2,1	A0p	Aur	7 1	-23 46	3,1	B5p	CMA
5 56	+37 13	2,7	A0p	Aur	7 1	+20 39	3,9	G0p	Gem
6 1	+23 16	4,3	G5	Gem	7 2	-15 33	4,1	B5	CMA
6 3	-45 2	6,2	F8	Pup	7 6	-26 19	2,0	F8p	CMA
6 5	+14 47	4,4	B2	Ori	7 8	+39 24	5,1	K2	Aur
6 12	+22 31	3,8	M0	Gem	7 9	-70 25	3,9	K0	Vol
6 13	+69 20	4,7	A0	Cam	7 11	+16 15	5,3	M3	Gem
6 15	+59 2	4,4	A0	Lyn	7 15	+16 38	3,7	A2	Gem
6 18	-30 2	3,1	B3	CMA	7 15	-37 0	2,7	K5	Pup
6 20	+22 32	3,2	M0	Gem	7 17	+22 5	3,5	F0	Gem
6 20	-17 56	2,0	B1	CMA	7 17	-67 52	4,0	F5	Vol
6 21	+49 19	5,1	K2	Aur	7 21	+40 46	5,3	K0	Aur
6 21	+ 4 37	4,5	A5	Mon	7 22	-29 12	2,4	B5p	CMA
6 23	-52 40	-0,9	F0	Car	7 23	+27 54	3,9	K0	Gem
6 26	- 4 44	5,0	B3	Mon	7 24	+ 8 23	3,1	B8	CMi
6 26	+20 15	4,1	B5	Gem	7 26	+68 34	5,8	K0	Cam
6 33	+61 32	6,1	G0	Lyn	7 26	+31 53	4,2	F0	Gem
6 33	-22 55	4,5	A0	CMA	7 28	-43 12	3,3	K5	Pup
6 35	+16 27	1,9	A0	Gem	7 31	+32 0	1,6	A0	Gem
6 35	+39 26	5,7	K0	Aur	7 34	-52 25	4,9	K5	Car
6 36	-43 9	3,2	B8	Pup	7 35	- 4 0	5,2	F5	Mon
6 36	+79 37	5,6	F8	Cam	7 37	+ 5 21	0,5	F5	CMi
6 38	+ 9 57	4,8	Oe5	Mon	7 39	+58 50	5,0	A2	Lyn
6 41	+25 11	3,2	G5	Gem	7 41	+24 31	3,7	G5	Gem
6 42	+12 57	3,4	F5	Gem	7 42	+28 9	1,2	K0	Gem
6 43	+43 38	5,3	G0	Aur	7 44	-14 26	5,1	F0	Pup
6 43	-16 39	-1,6	A0	CMA	7 47	-24 44	3,5	G0p	Pup
6 45	+ 2 28	4,7	K0	Mon	7 50	+26 54	5,0	A2	Gem
6 48	+68 57	5,1	B5	Cam	7 51	+47 42	5,7	K0	Lyn

V. A fényesebb
(A —80 és +80 deklinációs

RA h m	D °	m	sp	Csillagkép	RA h m	D °	m	sp	Csillagkép
7 54	+74 3	5,6	K0	Cam	9 0	+47 21	3,7	A0	UMa
7 56	—52 51	3,6	B3	Car	9 5	+10 52	5,1	B8	Cnc
7 58	+25 32	5,9	K0	Cnc	9 6	+67 20	4,9	F8	UMa
8 0	+27 56	5,0	K0	Gem	9 6	—43 14	2,2	K5	Vel
8 2	—39 52	2,3	Od	Pup	9 6	+22 15	5,2	G5	Cnc
8 5	+51 39	4,9	A2	Lyn	9 11	+43 26	5,3	B8	Lyn
8 5	—24 10	2,9	F5	Pup	9 12	+ 2 32	3,8	A0	Hya
8 8	+68 37	5,5	G5	UMa	9 13	—69 31	1,8	A0	Car
8 8	—47 11	1,9	Oap	Vel	9 16	—59 4	2,3	F0	Car
8 9	+17 48	5,1	G0	Cnc	9 16	+17 55	6,6	F5	Cnc
8 11	—15 38	5,1	G5	Pup	9 18	+34 36	3,3	K5	Lyn
8 13	+75 55	5,7	G5	Cam	9 19	—25 45	4,9	M0	Pyx
8 14	+ 9 20	3,8	K2	Cnc	9 21	—54 48	2,6	B3	Vel
8 19	+43 21	4,4	K5	Lyn	9 25	— 8 26	2,2	K2	Hya
8 21	+18 30	5,9	F0	Cnc	9 28	+63 17	3,8	F0	UMa
8 22	—77 19	4,3	K0	Cha	9 29	—40 15	3,6	F5	Vel
8 23	— 3 45	4,0	A0	Hya	9 29	+11 31	5,1	G5	Leo
8 26	+60 53	3,5	G0	UMa	9 30	+51 54	3,3	F8p	UMa
8 30	+38 11	6,1	K0	Lyn	9 30	+70 3	4,6	G0	UMa
8 30	+20 37	5,5	K0	Cnc	9 31	+36 37	4,6	G5	LMi
8 34	+73 48	6,3	K0	Cam	9 42	—27 32	5,0	F5p	Ant
8 35	+ 5 53	4,2	A0	Hya	9 43	+24 0	3,1	G0p	Leo
8 36	+52 53	6,0	K0	UMa	9 45	+46 15	5,2	G0	LMi
8 36	+ 3 31	4,5	K0	Hya	9 46	—64 50	3,2	F0	Car
8 40	+21 39	4,7	A0	Cnc	9 47	+59 16	3,9	F0	UMa
8 42	—33 0	3,7	B2	Pyx	9 49	— 4 0	6,0	A2	Sex
8 42	+18 20	4,2	K0	Cnc	9 50	+26 15	4,1	K0	Leo
8 43	—54 31	2,0	A0	Vel	9 54	+73 7	6,0	K0	UMa
8 44	+28 57	4,2	G5	Cnc	9 55	+41 18	5,2	F5	LMi
8 44	+ 6 36	3,5	F8	Hya	9 55	—54 20	3,7	B5	Vel
8 51	+30 46	5,6	K0	Cnc	9 59	+ 8 17	4,9	M0	Leo
8 53	+ 6 8	3,3	K0	Hya	10 5	+17 0	3,6	A0p	Leo
8 56	+48 14	3,1	A5	UMa	10 6	+12 13	1,3	B8	Leo
8 56	+12 3	4,3	A3	Cnc	10 8	—12 6	3,8	K0	Hya
8 56	—59 2	5,3	B3	Car	10 13	—41 52	4,1	A2	Vel

csillagok katalógusa
körök között fekvő csillagok)

RA h m	D ° ,	m	sp	Csillagkép	RA h m	D ° ,	m	sp	Csillagkép
10 14	+23 40	3,7	F0	Leo	11 12	+15 42	3,4	A0	Leo
10 14	+43 10	3,5	A2	UMa	11 16	+33 22	3,7	K0	UMa
10 14	+65 22	5,7	A3	UMa	11 17	-14 30	3,8	K0	Crt
10 15	-7 49	5,4	F0	Sex	11 19	+6 18	4,1	A0	Leo
10 17	+20 6	2,6	K0	Leo	11 19	-54 13	4,3	B5	Cen
10 19	+41 45	3,2	K5	UMa	11 21	+10 48	4,1	F5	Leo
10 21	+65 49	4,9	A0	UMa	11 25	+3 8	5,2	K0	Leo
10 24	-16 35	4,1	K5	Hya	11 28	+69 37	4,1	M0	Dra
10 25	-30 49	4,4	K5	Ant	11 31	-31 35	3,7	G5	Hya
10 25	+36 58	4,4	K0	LMi	11 33	-62 45	3,3	B9	Cen
10 27	+56 14	4,8	F5	UMa	11 34	-0 33	4,5	K0	Leo
10 30	+9 34	3,9	B0p	Leo	11 35	-75 37	5,7	F0	Cha
10 31	+75 58	5,0	G5	Dra	11 40	+67 1	5,5	K0	Dra
10 39	-1 29	6,4	K0	Sex	11 42	-18 4	4,9	G5	Crt
10 40	+3 51	6,6	F5	Sex	11 43	+6 49	4,2	M0	Vir
10 41	+23 27	5,1	A2	LMi	11 43	+48 3	3,9	K0	UMa
10 41	-64 8	3,0	B0	Car	11 45	+20 30	4,5	F8	Leo
10 43	+30 57	5,4	B9	LMi	11 47	+14 51	2,2	A2	Leo
10 43	-59 25		Pec	Car	11 48	+2 3	3,8	F8	Vir
10 45	-49 9	2,9	G5	Vel	11 50	+38 5	6,5	G5	CVn
10 47	+10 49	5,3	A0	Leo	11 51	+53 58	2,5	A0	UMa
10 47	-15 56	3,3	K0	Hya	11 58	+6 54	4,6	A3	Vir
10 51	+34 29	3,9	K0	LMi	12 3	+9 2	4,2	G5	Vir
10 53	+25 1	4,5	A0	Leo	12 6	-50 27	2,9	B3p	Cen
10 54	-36 52	4,7	K0	Ant	12 8	-22 20	3,2	K0	Crv
10 56	+78 2	6,3	G5	Dra	12 10	+77 54	5,1	A5	Cam
10 57	-18 2	4,2	K0	Crt	12 12	-58 28	3,1	B3	Cru
10 58	+3 53	5,1	K0	Leo	12 13	+57 19	3,4	A2	UMa
10 59	+56 39	2,4	A0	UMa	12 13	-17 16	2,8	B8	Crv
11 1	+62 1	2,0	K0	UMa	12 14	+40 56	5,9	K5	CVn
11 2	+7 36	4,7	F0	Leo	12 15	-78 52	4,4	B5	Cha
11 4	+2 14	5,7	G5	Leo	12 17	-0 23	4,0	A0	Vir
11 7	+44 46	3,2	K0	UMa	12 20	+26 7	4,8	F5	Com
11 9	-22 33	4,5	A2	Crt	12 24	-62 49	1,6	B1	Cru
11 11	+20 48	2,6	A3	Leo	12 27	+21 10	5,7	A2	Com

V. A fényesebb
(A -80° és $+80^\circ$ deklinációk)

RA h m	D °	m	sp	Csillagkép	RA h m	D °	m	sp	Csillagkép
12 27	-16 14	3,1	A0	Crv	13 33	+37 26	5,0	F0	CVn
12 28	-56 50	1,6	M3	Cru	13 35	+36 33	5,0	F0	CVn
12 31	+41 38	4,3	G0	CVn	13 37	-53 13	2,6	B1	Cen
12 31	+70 4	3,9	B5p	Dra	13 39	- 8 27	5,2	M0	Vir
12 32	-23 7	2,8	G5	Crv	13 45	+17 42	4,5	F5	Boo
12 32	+22 54	4,8	A0	Com	13 46	+49 34	1,9	B3	UMa
12 33	+18 39	5,2	K0	Com	13 47	-17 53	5,1	K0	Vir
12 34	-68 52	2,9	B3	Mus	13 52	-47 3	3,1	B2p	Cen
12 37	- 7 43	4,8	K0	Vir	13 52	+18 39	2,8	G0	Boo
12 39	-48 41	2,4	A0	Cen	13 59	+27 38	6,1	A3	Boo
12 39	- 1 11	2,9	F0	Vir	13 59	+ 1 47	4,3	A2	Vir
12 39	+10 31	5,0	A0	Vir	14 0	-76 33	6,1	M3	Aps
12 39	+62 59	5,9	A0	UMa	14 0	-60 8	0,9	B1	Cen
12 45	-59 25	1,5	B1	Cru	14 3	+64 37	3,6	A0p	Dra
12 45	+ 3 51	6,7	M0	Vir	14 4	-26 27	3,5	K0	Hya
12 49	+27 49	5,1	G0	Com	14 4	- 8 39	6,6	K0	Vir
12 51	-39 54	4,3	A5	Cen	14 4	-36 7	2,3	K0	Cen
12 52	- 9 16	4,9	M3	Vir	14 8	+25 20	4,8	F5	Boo
12 52	+56 14	1,7	A0p	UMa	14 9	+77 47	5,0	K0	UMi
12 53	+ 3 40	3,7	M0	Vir	14 10	-10 3	4,3	K0	Vir
12 54	+38 35	2,9	A0p	CVn	14 13	- 5 46	4,2	F5	Vir
12 59	-71 17	3,6	K2	Mus	14 13	+19 26	0,2	K0	Boo
13 0	+11 14	3,0	K0	Vir	14 14	+46 19	4,3	A0	Boo
13 3	+36 4	5,1	B9	CVn	14 16	-13 9	4,6	A2	Vir
13 7	- 5 16	4,5	A0	Vir	14 21	-11 29	6,3	K0	Lib
13 10	+28 8	4,3	G0	Com	14 23	+52 5	4,1	F8	Boo
13 15	+40 50	4,7	F0	CVn	14 24	+19 27	5,4	A5	Boo
13 16	-22 54	3,3	G5	Hya	14 26	- 2 0	5,0	K0	Vir
13 18	-36 27	2,9	A2	Cen	14 28	+75 55	4,4	K2	UMi
13 22	+55 11	2,4	A2p	UMa	14 30	+30 35	3,8	K0	Boo
13 23	-10 54	1,2	B2	Vir	14 30	+38 32	3,0	F0	Boo
13 24	-12 27	5,6	K2	Vir	14 32	-41 56	2,7		Cen
13 25	+72 39	6,1	K5	UMi	14 33	+29 58	4,5	F0	Boo
13 26	+14 3	5,2	G0	Vir	14 37	+44 37	5,4	A0	Boo
13 32	- 0 20	3,4	A2	Vir	14 39	-47 10	2,9	B2	Lup

csillagok katalógusa
(körök között fekvő csillagok)

RA h m	D °	m	sp	Csillagkép	RA h m	D °	m	sp	Csillagkép
14 40	— 5 27	4,0	F5	Vir	15 38	+36 48	5,1	B8	CrB
14 42	—78 50	3,8	K5	Aps	15 42	+ 6 35	2,8	K0	Ser
14 43	+27 17	2,7	K0	Boo	15 44	+15 35	3,7	A2	Ser
14 44	+ 2 6	3,8	A0	Vir	15 45	+62 45	5,1	A2	Dra
14 47	+38 1	6,0	F0	Boo	15 46	+18 18	4,3	K5	Ser
14 48	—15 47	5,3	F5	Lib	15 48	+77 57	4,3	A2	UMi
14 48	—15 50	2,9	A3	Lib	15 47	— 3 17	3,6	A0	Ser
14 50	+59 30	5,7	K2	Dra	15 48	+ 4 38	3,8	A2	Ser
14 51	+74 22	2,2	K5	UMi	15 50	—20 1	5,1	B3	Dra
14 54	+14 39	5,8	A0	Boo	15 51	—63 17	3,0	F0	Lib
14 54	—11 13	5,6	K0	Lib	15 51	+42 35	4,6	G0	Her
14 55	—42 56	2,8	B2p	Lup	15 54	+15 49	3,9	F5	Ser
14 58	— 8 19	5,5	A0	Lib	15 56	+27 1	4,2	K0	CrB
15 0	+40 35	3,6	G5	Boo	15 56	—25 58	3,0	B2	Ser
15 1	—25 5	3,4	M3	Lib	15 57	—22 29	2,5	B0	Ser
15 2	+47 51	4,9	G0	Boo	16 1	+58 47	4,1	F8	Dra
15 2	+27 8	4,7	K0	Boo	16 3	—19 45	2,9	B1	Ser
15 5	+25 7	5,0	F0	Boo	16 6	+17 11	5,3	G5	Her
15 9	—51 55	3,5	K0	Lup	16 6	+67 57	5,4	A0	Dra
15 9	—19 36	4,7	A0p	Lib	16 7	+45 4	4,3	B9p	Her
15 13	+ 5 7	5,4	K0	Ser	16 12	— 3 34	3,0	M0	Oph
15 13	+33 30	3,5	K0	Boo	16 12	+76 0	5,5	B8	Aps
15 14	—68 30	3,1	A0	Tra	16 13	—78 34	4,8	M3	CrB
15 14	— 9 12	2,7	B8	Lib	16 13	+33 59	5,4	G0	UMi
15 19	—14 57	6,7	K2	Lib	16 16	— 4 34	3,3	K0	Oph
15 21	+72 1	3,1	A2	UMi	16 16	—50 2	4,1	K0	Nor
15 23	+37 33	4,5	F0	Boo	16 18	—25 28	3,1	B1	Ser
15 23	+15 36	5,5	M0	Ser	16 18	+46 26	3,9	B5	Her
15 24	+59 8	3,5	K0	Dra	16 19	+75 52	5,0	F0	UMi
15 25	—16 33	5,9	K0	Lib	16 20	+19 16	3,8	F0	Her
15 26	+29 17	3,7	F0p	CrB	16 23	+14 9	4,5	A0p	Her
15 29	+41 0	5,2	K5	Boo	16 23	+61 36	2,9	G5	Dra
15 32	—41 0	3,0	B3	Lup	16 26	—78 47	3,9	K0	Aps
15 33	+26 53	2,3	A0	CrB	16 28	+21 36	2,8	K0	Her
15 33	—14 37	4,0	K0	Lib	16 28	+ 2 6	3,9	A0	Oph

V. A fényesebb
(A -80° és $+80^\circ$ deklinációs

RA h m	D ° ' "	m	sp	Csillagkép	RA h m	D ° ' "	m	sp	Csillagkép
16 28	+68 53	5,0	B8p	Dra	17 30	-37 4	1,7	B2	Scr
16 32	+42 32	4,3	A0	Her	17 33	+12 36	2,1	A5	Oph
16 33	-28 7	2,9	B0	Scr	17 34	-42 58	2,0	F0	Scr
16 34	-10 28	2,7	B0	Oph	17 35	-15 22	3,6	A5	Ser
16 39	-17 39	5,0	K0	Oph	17 37	+68 47	4,9	F5	Dra
16 39	+31 42	3,0	G0	Her	17 38	+46 2	3,8	B3	Her
16 41	+39 1	3,6	K0	Her	17 39	-39 0	2,5	B2	Scr
16 43	-68 56	1,9	K2	Dra	17 41	-64 42	3,6	K0	Pav
16 44	+56 52	4,9	F0	Dra	17 41	+ 4 35	2,9	K0	Oph
16 47	-34 12	2,4	K0	Scr	17 43	+72 10	4,9	F5	Dra
16 48	-37 58	3,1	B3p	Scr	17 44	-40 7	3,1	F5p	Scr
16 50	+15 3	6,4	A0p	Her	17 44	+27 45	3,5	G5	Her
16 51	+31 47	5,4	F0	Her	17 45	+ 2 43	3,7	A0	Oph
16 55	+ 9 27	3,4	K0	Oph	17 52	+76 58	5,0	F5	Dra
16 56	-53 5	4,2	K2	Ara	17 53	+56 53	3,9	K0	Dra
16 58	- 4 9	5,0	K0	Oph	17 53	+26 3	5,5	F5p	Her
16 58	+31 0	3,9	A0	Her	17 55	+37 15	4,0	K0	Her
17 0	+33 38	5,3	A2	Her	17 56	+51 30	2,4	K5	Dra
17 6	+40 35	6,3	A2	Her	17 56	+29 15	3,8	K0	Her
17 8	-15 40	2,6	A2	Oph	17 56	- 9 46	3,5	K0	Oph
17 9	-43 11	3,4	F2	Scr	17 58	+ 2 56	4,0	B5p	Oph
17 9	+65 47	3,2	B5	Dra	18 2	-30 26	3,1	K0	Sgr
17 12	+14 27	3,5	M3	Her	18 3	-50 6	3,9	B1p	Ara
17 13	+24 54	3,2	A2	Her	18 3	+ 2 30	4,1	K0	Oph
17 13	+36 52	3,4	K5	Her	18 5	+ 9 34	3,7	A3	Oph
17 19	-24 57	3,4	B3	Oph	18 6	+28 45	3,8	A0	Her
17 19	+32 32	5,4	G0	Her	18 11	-21 5	4,0	B8p	Sgr
17 21	-55 29	2,8	K2	Ara	18 14	+64 23	5,0	F5	Dra
17 23	-24 8	4,3	F0	Oph	18 14	-36 47	3,2	M3	Sgr
17 24	+ 4 11	4,4	K0	Oph	18 14	+42 8	5,4	B5	Lyr
17 27	-60 39	3,8	B8	Ara	18 18	-29 51	2,8	K0	Sgr
17 27	-37 15	2,8	B3	Scr	18 19	- 2 55	3,4	K0	Ser
17 28	-49 50	3,0	B3p	Ara	18 21	-34 25	2,0	A0	Sgr
17 29	+26 9	4,5	K0	Her	18 22	+21 45	3,9	K0	Her
17 29	+52 20	3,0	G0	Dra	18 22	+72 43	3,7	F8	Dra

csillagok katalógusa
(körök között fekvő csillagok)

RA h m	D °	m	sp	Csillagkép	RA h m	D °	m	sp	Csillagkép
18 23	-46 0	3,8	B3	Tel	19 25	-54 26	5,6	K2	Tel
18 25	-25 27	2,9	K0	Sge	19 27	+24 34	4,6	M0	Vul
18 27	-2 1	5,4	K0	Ser	19 28	+51 37	3,9	A2	Cyg
18 32	-8 17	4,1	K0	Sct	19 32	+7 16	4,7	K0	Aql
18 35	+38 44	0,1	A0	Lyr	19 34	-25 0	4,7	B9	Sgr
18 37	-71 28	4,1	K0	Pav	19 34	-7 8	5,0	B0	Aql
18 40	-9 6	4,7	F0	Sct	19 35	+50 6	4,6	F5	Cyg
18 43	-27 3	3,3	B8	Sgr	19 38	-16 25	5,5	K0	Sgr
18 43	+20 30	4,3	F5	Her	19 39	+17 22	4,5	K0	Sge
18 45	-4 48	4,5	G0	Sct	19 42	+37 14	5,0	K0	Cyg
18 46	+52 56	5,8	B5	Dra	19 43	-19 53	5,1	K0	Sgr
18 48	-62 15	4,4	B2	Pav	19 44	+45 0	3,0	A0	Cyg
18 48	-22 13	6,2	F0	Sgr	19 44	+10 29	2,8	K2	Aql
18 48	+33 18	3,8	B8p	Lyr	19 48	+8 44	0,9	A5	Aql
18 48	+75 23	5,4	A0	Dra	19 48	+70 8	4,0	K0	Dra
18 50	+59 20	4,9	K0	Dra	19 50	+0 53	4,0	G0p	Aql
18 52	-26 22	2,1	B3	Sgr	19 52	-42 0	4,2	K0	Sgr
18 54	+4 8	4,5	A5	Ser	19 53	+6 17	3,9	K0	Aql
18 54	+43 53	4,7	M3	Lyr	19 55	-73 3	4,1	A0	Pav
18 57	+32 37	3,3	A0p	Lyr	19 55	-15 38	5,1	A0	Sgr
18 57	+15 0	4,2	K0	Aql	19 57	+19 21	3,7	K5	Sge
18 59	-29 57	2,7	A2	Sgr	20 0	-27 51	4,6	M3	Sgr
19 3	+13 47	3,0	A0	Aql	20 2	+7 8	5,7	K0	Aql
19 4	-4 58	3,6	B9	Aql	20 8	+36 42	4,8	B2p	Cyg
19 6	+36 1	5,1	B5	Lyr	20 9	-0 58	3,4	A0	Aql
19 6	-37 59	4,1	A2	CrA	20 11	+77 34	4,4	B9	Cep
19 7	-21 6	3,0	F2	Sgr	20 15	+24 31	5,5	K0	Vul
19 12	-25 21	4,9	F5	Sgr	20 15	-21 58	6,0	K0	Cap
19 13	+67 34	3,2	K0	Dra	20 15	-12 42	3,8	G5	Cap
19 15	-19 3	5,0	K0	Sgr	20 20	+40 6	2,3	F8p	Cyg
19 15	+38 3	4,5	K0	Syr	20 22	-56 55	2,1	B3	Pav
19 15	+11 30	5,1	A5	Aql	20 24	-18 23	5,2	B8	Cap
19 16	+53 17	4,0	K0	Cyg	20 26	-17 59	5,1	F0	Cap
19 17	+73 16	4,6	K0	Dra	20 27	+30 12	4,1	F5p	Cyg
19 23	+3 1	3,4	F0	Aql	20 29	+62 50	4,3	A5	Cep

V. A fényesebb
(A -80° és $+83^\circ$ deklinációs

RA h m	D ° ,	m	sp	Csillagkép	RA h m	D ° ,	m	sp	Csillagkép
20 30	+72 22	6,4	K2	Dra	21 24	-22 38	3,9	G5p	Cap
20 31	+11 8	4,0	B5	Del	21 28	+46 19	5,3	K0	Cyg
20 34	-47 28	3,2	K0	Ind	21 28	+70 20	3,3	B1	Cep
20 35	+14 25	3,7	F5	Del	21 29	- 5 48	3,1	G0	Aqr
20 37	-18 19	5,3	M0	Cap	21 35	+40 11	5,1	A5	Cyg
20 37	+15 44	3,9	B8	Del	21 35	- 8 5	4,8	A5	Aqr
20 40	+45 6	1,3	A2p	Cyg	21 37	-16 53	3,8	F0p	Cap
20 41	-66 23	3,6	A5	Pav	21 41	+71 5	4,9	K0	Cep
20 41	+14 54	4,5	A5	Del	21 42	+ 9 39	2,5	K0	Peg
20 43	-25 27	4,3	F8	Cap	21 44	-16 21	3,0	A5	Cap
20 44	+33 47	2,6	K0	Cyg	21 45	+49 5	4,3	B3	Cyg
20 44	+15 57	4,5	G5	Del	21 51	-13 47	5,2	F0	Cap
20 44	+61 39	3,6	K0	Cep	21 51	-37 36	3,2	B8	Gru
20 45	- 9 41	3,8	A0	Aqr	21 51	+25 41	5,1	B3	Peg
20 50	- 9 10	4,8	A3	Aqr	21 52	+73 28	6,6	A0	Cep
20 51	-58 39	3,7	K0	Ind	21 59	+12 53	5,7	F2	Peg
20 52	+27 52	5,2	K5	Vul	22 0	-57 0	4,7	K5	Ind
20 55	+40 58	4,0	A0	Cyg	22 3	- 0 34	3,2	G0	Aqr
20 58	-32 27	4,7	G5	Mic	22 3	+62 32	5,4	K5	Cep
20 58	+47 20	4,9	B0p	Cyg	22 4	-14 7	4,4	B8	Aqr
20 59	-77 13	5,2	F2	Oct	22 5	+25 6	4,0	F5	Peg
21 3	-17 26	4,2	A0	Cap	22 5	-47 12	2,2	B5	Gru
21 3	+43 44	3,9	K5	Cyg	22 8	+ 5 57	3,7	A2	Peg
21 5	+38 30	5,6	K5	Cyg	22 8	+32 56	4,4	F5	Peg
21 7	-11 34	4,5	K0	Aqr	22 9	+72 6	5,0	G5	Cep
21 7	+77 55	5,9	B9	Cep	22 9	+57 57	3,6	K0	Cep
21 10	-27 49	5,6	K5	Mic	22 12	+39 28	4,6	K2	Lac
21 11	+30 1	3,4	K0	Cyg	22 14	- 8 2	4,3	K0	Aqr
21 13	+37 50	3,9	F0	Cyg	22 15	-60 31	2,9	K2	Tuc
21 15	+39 11	4,3	A0p	Cyg	22 19	- 1 38	4,0	A0	Aqr
21 17	+62 22	2,6	A5	Cep	22 19	+11 57	4,9	B3p	Peg
21 18	-41 1	4,9	A2p	Mic	22 22	+51 59	4,6	K0	Lac
21 19	-17 2	4,3	K0	Cap	22 23	+ 1 7	4,6	B1p	Aqr
21 20	+19 29	4,3	K0	Peg	22 28	-10 56	4,9	A0	Aqr
21 21	-65 36	4,3	F8	Pav	22 29	+50 1	3,9	A0	Lac

csillagok katalógusa
 körok között fekvő csillagok)

RA h m	D ° ,	m	sp	Csillagkép	RA h m	D ° ,	m	sp	Csillagkép
22 31	+75 58	5,7	A0	Cep	23 15	— 9 53	5,2	A0	Aqr
22 32	—20 58	5,3	F5	Aqr	23 17	+67 50	5,0	G5	Cep
22 33	— 0 23	4,1	B8	Aqr	23 18	+23 28	4,7	A5	Peg
22 35	— 4 29	5,3	K0	Aqr	23 20	—20 22	4,2	K0	Aqr
22 37	+38 47	4,9	Oe5	Lac	23 23	+62 1	5,2	K5	Cas
22 38	—27 18	4,2	B8	PsA	23 23	+23 8	4,6	G0	Peg
22 39	+10 34	3,6	B8	Peg	23 24	+ 0 59	4,9	A2p	Psc
22 40	—47 9	2,2	M3	Gru	23 24	+ 6 6	4,5	G5	Psc
22 41	+29 58	3,1	G0	Peg	23 27	+12 29	4,7	K0	Peg
22 42	+41 33	5,2	K0	Lac	23 30	—38 6	4,5	B9	Scl
22 44	+23 18	4,1	K0	Peg	23 31	+31 3	5,2	K2	Peg
22 46	—51 35	3,7	A2	Gru	23 32	—42 54	4,8	A2p	Pho
22 47	—13 51	4,2	K5	Aqr	23 35	+46 11	4,0	K0	And
22 48	+24 20	3,7	K0	Peg	23 36	+42 59	4,3	B8	And
22 48	+65 56	3,7	K0	Cep	23 37	+ 5 21	4,3	F8	Psc
22 50	— 7 51	3,8	M0	Aqr	23 37	+77 21	3,4	K0	Cep
22 51	—70 20	6,1	G0	Ind	23 38	+44 3	4,3	A0	And
22 52	—16 5	3,5	A2	Aqr	23 40	+ 1 30	4,6	A5	Psc
22 55	—29 53	1,3	A3	PsA	23 40	—14 49	4,6	A0	Aqr
23 0	+42 4	3,6	B5	And	23 42	—18 33	5,3	B8	Aqr
23 1	+ 3 33	4,6	B5p	Psc	23 46	+67 32	5,2	A0	Cep
23 1	+27 49	2,6	M0	Peg	23 46	—28 24	4,6	A0	Scl
23 2	+14 56	2,6	A0	Peg	23 50	+18 51	5,2	M0	Peg
23 4	+ 9 8	4,7	M0	Peg	23 52	+57 13	4,9	F8p	Cas
23 5	+49 1	5,8	F0	And	23 52	+74 8	6,6	B9	Cep
23 6	+75 7	4,7	G5	Cep	23 55	+24 52	4,8	M0	Peg
23 7	—21 27	3,8	K0	Aqr	23 57	+ 6 35	4,0	F5	Psc
23 8	—45 31	4,1	K0	Gru	23 57	—65 51	4,7	B9	Tuc
23 9	+ 8 27	5,2	A3	Peg	23 59	— 6 17	4,7	M3	Psc
23 11	+56 54	5,7	K2	Cas					
23 12	— 6 19	4,4	M0	Aqr					
23 13	— 9 22	4,5	K0	Aqr					
23 15	—58 31	4,1	F2	Tuc					
23 15	+ 3 1	3,9	K0	Psc					
23 15	—32 48	4,5	K0	Scl					

Va. A fényesebb csillagok katalógusa
(Az V. katalógusban nem szereplő főbb kettős spektráltípust
mutató objektumok)

RA h m	D ° ' "	m	sp	Csillag
2 11	+66 17	6,2	F5—A2	55 Cassiopeiae
2 51	+52 34	4,1	G0—A5	τ Persei
3 1	+53 19	3,1	F5—A3	γ Persei
3 53	+60 58	5,3	K0—A0	9 H. Camelop
4 59	+41 0	3,9	K0—B1	ζ Aurigae
8 21	—59 21	1,7	K0—B	ϵ Carinae
9 38	+10 7	3,8	F5—A3	0 Leonis
14 36	—60 38	0,1	G0—K5	α Centauri
16 26	—26 19	1,2	M0—A3	α Scorpii
19 29	+27 51	3,2	K0—A0	β Cygni
19 45	+18 25	3,8	M0—A0	δ Sagittae
20 12	+46 35	4,0	K0—B8	31 Cygni
20 18	—14 56	3,3	G0—A0	β Capricorni
21 13	+ 5 2	4,1	F8—A3	α Equulei
23 44	+46 9	5,1	K0—A5	ψ Andromedae

Vb. A fényesebb csillagok katalógusa
(A 80° deklinációs körök és a pólusok között fekvő csillagok)

	RA h m	D ° ,	m	sp	Csillag
Északi pólus környéke	1 2	+85 59	4,5	K0	43 H. Cephei
	1 48	89 2	2,1	F8	α Ursae Min. (<i>Poláris</i>)
	3 20	84 46	5,8	K0	Br. 402 Cephei
	4 20	85 25	6,7	F8	Grb 750 Cephei
	5 46	85 10	6,4	K0	Grb 944 Cephei
	7 17	87 8	5,3	M0	51 H. Cephei
	8 5	84 13	6,4	A0	Grb 1359 Caml.
	9 30	81 33	4,6	K2	1 H. Draconis
	10 25	82 47	5,3	F2	30 H. Caml.
	12 2	85 52	6,4	F5	Grb 1850 Caml.
	13 44	83 0	6,2	G5	Grb 2063 Caml.
	14 54	82 43	5,7	G0	Grb 2196 U. Min.
	16 51	82 7	4,4	G5	ϵ Ursae Min.
	17 48	86 35	4,4	A0	δ Ursae Min.
	18 22	89 3	6,6	M3	λ Ursae Min.
	20 46	80 21	5,7	A0	76 Draconis
	20 50	80 22	5,6	K0	Bradley 2749
	22 55	84 5	5,0	K5	36 H. Cephei
	23 54	+82 55	6,6	A0	ν Cephei
Déli pólus környéke	1 40	-85 1	5,6	K0	4 G. Octantis
	2 38	88 22	8,4	G5	Lac 1848 Oct.
	4 21	80 20	5,6	K0p	δ Mensae
	5 4	82 32	5,9	K0	ξ Mensae
	5 40	84 49	6,2	A0	31 G. Mensae
	7 5	86 57	6,4	F2	7 G. Octantis
	9 4	85 28	5,4	F0	ζ Octantis
	10 45	80 16	4,6	B3	δ^2 Chamaeleontis
	11 00	84 19	6,3	A0	ζ Octantis
	12 50	84 51	5,4	K0	ι Octantis
	13 32	85 32	5,7	A2	κ Octantis
	15 0	87 57	6,5	A2	20 G. Octantis
	15 32	84 18	5,7	A2	ρ Octantis
	16 42	86 17	6,1	A0	26 G. Octantis
	18 24	87 39	5,2	K0	χ Octantis
	20 15	89 8	5,5	F0	σ Octantis
	22 23	86 13	5,7	K0	γ Octantis
	22 41	81 39	4,3	F0	β Octantis
	23 21	-87 45	5,6	K0	ν Octantis

Vla. A Naprendszer bolygói

	Merkur	Venusz	Föld	Marsz	Jupiter	Szturnusz	Uránusz	Neptunusz	Plutó
<i>Pálya adatok:</i>									
Átl. naptávolság: 10 ⁸ km csill. egys.	58 0,4	108 0,7	150 1	228 1,5	778 5,2	1428 9,5	2872 19,2	4498 30,1	5910 39,5
Excentricitás	0,21	0,01	0,02	0,09	0,05	0,06	0,05	0,01	0,25
Hajlás-szög az ekliptikához	7° 0'	3° 24'	—	1° 51'	1° 19'	2° 30'	0° 46'	1° 47'	17° 9'
Szid. keringési idő nap ill. év	88	225	365	687	12	30	84	165	248
Átl. kering. sebesség km/sec	48	35	30	24	13	10	7	5	5
<i>Egyéb adatok:</i>									
Egyenlítői sugár: 10 ³ km Föld sugár	2,42 0,38	6,2 0,97	6,38 1	3,4 0,53	71,4 11,2	60,4 9,47	23,8 3,75	22,3 3,5	7,2 1,17
Lapultság	0,0	0,0	0,003	0,012	0,062	0,096	0,06	0,02	
Szid. rotációs idő	88		23 ^h 56 ^m	24 ^h 37 ^m	9 ^h 50 ^m	10 ^h 14 ^m	10 ^h 49 ^m	15 ^h 40 ^m	
Egyenlítő hajlása a pályasíkhhoz			23,5°	25,2°	3,1°	26,7°	98°	29°	
Tömeg: 10 ²⁷ gr Föld-tömeg	0,32 0,05	4,87 0,82	5,98 1	0,64 0,11	1900 318	569 95	87 15	103 17	5 0,9
Sűrűség: gr/cm ³	5,3	5,0	5,5	4,1	1,3	0,7	1,6	2,3	4
Szökési sebesség km/sec	3,9	10,3	11,2	5,1	60,2	36,3	22,0	25,1	

Vib. A Naprendszer holdjai

	Átl. távolság bolygótól	Sziderikus keringési idő	Keringés iránya	Sugár	Tömeg	Sűrűség	Víz vagy főt. lázslagos magnitudo	Felfedezés éve	Felfedező
	10 ⁸ km	d h		km	10 ²⁴ gr	gr/cm ³			
Föld:									
Hold	385	27 8	d	1738	73	3,3	-13		
Mars:									
Phobos	9	8	d	8			+12	1877	Hall
Deimos	24	1 6	d	4			13	1877	Hall
Jupiter:									
V	181	12	d	80			13	1892	Barnard
I Io	422	1 18	d	1660	79	4,1	6	1610	Galllei
II Europa	671	3 13	d	1440	48	3,8	6	1610	Galllei
III Ganymede	1071	7 4	d	2470	153	2,4	5	1610	Galllei
IV Callisto	1884	16 17	d	2340	90	1,7	6	1610	Galllei
VI	11500	250 15	d	60			14	1904	Perrine
VII	11750	260	d	20			18	1905	Perrine
X	11750	260	d	10			19	1938	Nicholson
XII	21000	625	r	10			20	1951	Nicholson
XI	22500	696	r	12			19	1938	Nicholson
VIII	23500	739	r	20			18	1908	Melotte
IX	23700	755	r	11			19	1914	Nicholson
Szturnusz:									
Mimas	186	23	d	260	0,04	0,5	12	1789	W. Herschel
Enceladus	238	1 9	d	300	0,07	0,6	12	1789	W. Herschel
Tethys	295	1 21	d	600	0,65	0,7	11	1684	Cassini
Dione	378	2 18	d	650	1,03	0,9	11	1684	Cassini
Rhea	528	4 12	d	900	2,3	0,8	10	1672	Cassini
Titan	1223	15 23	d	2500	137	2,1	8	1655	Huyghens
Hyperion	1484	21 7	d	200	0,11	3,2	13	1848	Bond
Iapetus	3563	79 8	d	600	5	5,4	11	1671	Cassini
Phoebe	12950	550 11	r	150			16	1898	Pickering
Uránusz:									
Miranda	130	1 10					17	1948	Kuiper
Ariel	192	2 12		300			15	1851	Lassell
Umbriel	267	4 3		200			15	1851	Lassell
Titania	439	8 17		500			14	1787	W. Herschel
Oberon	587	13 11		400			14	1787	W. Herschel
Neptunusz:									
Triton	354	5 21	r	2000	150	4,4	14	1846	Lassell
Nereid	6000	500	d	150	0,05	3,5	+19	1949	Kuiper

Vlc. A Marsz jellegzetes vidékei
(A Nemzetközi Csillagászati Unió által elfogadott elnevezések)

Név	l	b	Név	l	b	Név	l	b
Acidalium M.	30°	+45°	Elysium	210°	+25°	Oxus	10°	+20°
Aeolis	215	- 5	Eridania	220	-45	Panchaia	200	+60
Aeria	310	+10	Erythraeum M.	40	-25	Pandorae Fr.	340	-25
Aetheria	230	+40	Eunostos	220	+22	Phaetontis	155	-50
Aethiopsis	230	+10	Euphrates	335	+20	Phison	320	+20
Amazonis	140	0	Gehon	0	+15	Phlegra	190	+30
Amenthes	250	+ 5	Hadriaticum M.	270	-40	Pheonleis L.	110	-12
Aonius S.	105	-45	Hellas	290	-40	Phrix R.	70	-40
Arabia	330	+20	Hellespontica D.	340	- 6	Promethei S.	260	-65
Araxes	115	-25	Hesperontus	325	-50	Propontis	165	+45
Arcadia	100	+45	Hesperia	240	-20	Prote R.	50	-23
Argyre	25	-45	Hiddekel	345	+15	Protonilus	315	+42
Arnon	335	+48	Hyperboreus L.	60	+75	Pyrrhae R.	38	-15
Aurorae S.	50	-15	Japygia	295	-20	Sabaeus S.	340	- 8
Ausonia	250	-40	Icaria	130	-40	Scandia	150	+60
Australe M.	40	-60	Isidis R.	275	+20	Serpentis M.	320	-30
Baltia	50	+60	Ismenlus L.	330	+40	Sinal	70	-20
Boreosyrtes	290	+55	Jamuna	40	+10	Sirenum M.	155	-30
Boreum M.	90	+50	Juventa F.	63	- 5	Sithonium L.	245	+45
Candor	75	+ 3	Laestrygon	200	0	Solis L.	90	-28
Casius	260	+40	Lemuria	200	+70	Styx	200	+30
Cebrenia	210	+50	Libya	270	0	Syria	100	-20
Cecropia	320	+60	Lunae L.	65	+15	Syrtes Maior	290	+10
Ceraonius	95	+20	Margaritifer S.	25	-10	Tanais	70	+50
Cerberus	205	+15	Memmonia	150	-20	Tempe	70	+40
Chalce	0	-50	Meroe	285	+35	Thaumasia	85	-35
Chersonesus	260	-50	Meridiani S.	0	- 5	Thoth	255	+30
Chronium M.	210	-58	Moab	350	+20	Thyle I	160	-70
Chryse	30	+10	Moeris L.	270	+ 8	Thyle II	230	-70
Chrysokeras	110	-50	Nector	72	-28	Thymiamata	10	+10
Cimmerium M.	220	-20	Neith R.	270	+35	Tithonius L.	85	- 5
Claritas	110	-35	Nepenthes	260	+20	Tractus albus	80	+30
Copais Pa.	280	+55	Nereidum Fr.	55	-45	Trinacria	268	-25
Coprates	65	-15	Niliacus L.	30	+30	Trivium		
Cyclopia	230	- 5	Nilokeras	55	+30	Charontis	198	+20
Cydonia	0	+40	Nilosyrtes	290	+42	Tyrrhenum M.	255	-20
Deltoton S.	305	- 4	Nix Olympica	130	+20	Uchronia	260	+70
Deucalionis R.	340	-15	Noachis	330	-45	Umbra	290	+50
Deuteronilus	0	+35	Ogyges R.	65	-45	Utopia	250	+50
Diacria	180	+50	Olympia	200	+80	Vulcani Pe.	15	-35
Diocuria	320	+50	Ophir	65	-10	Xanthe	50	+10
Edom	345	0	Ortygia	0	+60	Yaonis R.	320	-40
Electris	190	-45	Oxia Pa.	18	+ 8	Zephyria	195	0

l és b: a földrajzi koordináták analógiájára bevezetett areografikus hosszúság ill. szélesség

M = Mare (Tenger)

S = Sinus (Öböl)

F = Fons (Forrás)

L = Lacus (Tó)

Pa = Palus (Mocsár)

Fr = Fretum (Tengerszoros)

R = Regio (Tájék)

Pc = Pelagus (Tenger)

D = Depressio (Süllyedés)

Vid. A Hold fontosabb alakzatai

Kvadráns	Név	Szelénografikus	
		hosszúság (l)	szélesség (b)
NW	Proclus	+49 54	+16 6
	Vitruvius	+31 18	+17 36
	Manilius	+ 9 6	+14 30
	Dionysius	+17 20	+ 2 46
	Cassini C	+ 7 49	+41 42
	Macrobius B	+40 50	+20 56
NE	Plato	— 9 12	+51 24
	Kap Laplace	—25 54	+46 30
	Pytheas	—20 36	+20 36
	Copernicus	—20 0	+ 9 36
	Kap Heraklid	—33 36	+41 0
	Aristarchus	—47 42	+23 8
	Bode A	— 1 9	+ 8 59
	Encke b	—36 45	+ 2 21
	Euler A	—36 52	+20 52
	Archimedes A	— 6 24	+28 2
	Condaminae a	—30 4	+54 22
SE	Grimaldi	—68 24	— 5 18
	Billy	—50 6	—13 48
	Campanus	—27 42	—27 54
	Tycho	—11 18	—43 30
	Mösting A	— 5 10	— 3 13
	Thebit B	— 8 33	—22 20
	Gassendi A	—43 33	—18 28
	Lohrmann A	—62 38	— 0 45
SW	Hesiod B	—17 29	—27 5
	Censorinus	+32 42	— 0 24
	Goclenius	+44 54	—10 0
	Langrenus	+60 54	— 8 54
	Mare Nectaris E	+34 59	—17 51
	Abulfeda b	+13 7	—16 11

**VII. A tavaszi napéjegylenlőség utáni első holdtöltét
követő (húsvéti) vasárnapok dátumai**

1801 április	5	1851 április	20	1901 április	7	1951 március	25
1802 április	18	1852 április	11	1902 március	30	1952 április	13
1803 április	10	1853 március	27	1903 április	12	1953 április	5
1804 április	1	1854 április	16	1904 április	3	1954 április	18
1805 április	14	1855 április	8	1905 április	23	1955 április	10
1806 április	6	1856 március	23	1906 április	15	1956 április	1
1807 március	29	1857 április	12	1907 március	31	1957 április	21
1808 április	17	1858 április	4	1908 április	19	1958 április	6
1809 április	2	1859 április	24	1909 április	11	1959 március	29
1810 április	22	1860 április	8	1910 március	27	1960 április	17
1811 április	14	1861 március	31	1911 április	16	1961 április	2
1812 március	29	1862 április	20	1912 április	7	1962 április	22
1813 április	18	1863 április	5	1913 március	23	1963 április	14
1814 április	10	1864 március	27	1914 április	12	1964 március	29
1815 március	26	1865 április	16	1915 április	4	1965 április	18
1816 április	14	1866 április	1	1916 április	23	1966 április	10
1817 április	6	1867 április	21	1917 április	8	1967 március	26
1818 március	22	1868 április	12	1918 március	31	1968 április	14
1819 április	11	1869 március	28	1919 április	20	1969 április	6
1820 április	2	1870 április	17	1920 április	4	1970 március	29
1821 április	22	1871 április	9	1921 március	27	1971 április	11
1822 április	7	1872 március	31	1922 április	16	1972 április	2
1823 március	30	1873 április	13	1923 április	1	1973 április	22
1824 április	18	1874 április	5	1924 április	20	1974 április	14
1825 április	3	1875 március	28	1925 április	12	1975 március	30
1826 március	26	1876 április	16	1926 április	4	1976 április	18
1827 április	15	1877 április	1	1927 április	17	1977 április	10
1828 április	6	1878 április	21	1928 április	8	1978 március	26
1829 április	19	1879 április	13	1929 március	31	1979 április	15
1830 április	11	1880 március	28	1930 április	20	1980 április	6
1831 április	3	1881 április	17	1931 április	5	1981 április	19
1832 április	22	1882 április	9	1932 március	27	1982 április	11
1833 április	7	1883 március	25	1933 április	16	1983 április	3
1834 március	30	1884 április	13	1934 április	1	1984 április	22
1835 április	19	1885 április	5	1935 április	21	1985 április	7
1836 április	3	1886 április	25	1936 április	12	1986 március	30
1837 március	26	1887 április	10	1937 március	28	1987 április	19
1838 április	15	1888 április	1	1938 április	17	1988 április	3
1839 március	31	1889 április	21	1939 április	9	1989 március	26
1840 április	19	1890 április	6	1940 március	24	1990 április	15
1841 április	11	1891 március	29	1941 április	13	1991 március	31
1842 március	27	1892 április	17	1942 április	5	1992 április	19
1843 április	16	1893 április	2	1943 április	25	1993 április	11
1844 április	7	1894 március	25	1944 április	9	1994 április	3
1845 március	23	1895 április	14	1945 április	1	1995 április	16
1846 április	12	1896 április	5	1946 április	21	1996 április	7
1847 április	4	1897 április	18	1947 április	6	1997 március	30
1848 április	23	1898 április	10	1948 március	28	1998 április	12
1849 április	8	1899 április	2	1949 április	17	1999 április	4
1850 március	31	1900 április	15	1950 április	9	2000 április	23

VII. A nap törtészének átszámítása órára és percre

	0,00 ^d	0,01 ^d	0,02 ^d	0,03 ^d	0,04 ^d	0,05 ^d	0,06 ^d	0,07 ^d	0,08 ^d	0,09 ^d
0,00 ^d	h m 0 0	h m 0 14	h m 0 29	h m 0 43	h m 0 58	h m 1 12	h m 1 26	h m 1 41	h m 1 55	h m 2 10
0,10 ^d	2 24	2 38	2 53	3 7	3 22	3 36	3 50	4 5	4 19	4 34
0,20 ^d	4 48	5 2	5 17	5 31	5 46	6 0	6 14	6 29	6 43	6 58
0,30 ^d	7 12	7 26	7 41	7 55	8 10	8 24	8 38	8 53	9 7	9 22
0,40 ^d	9 36	9 50	10 5	10 19	10 34	10 48	11 2	11 17	11 31	11 46
0,50 ^d	12 0	12 14	12 29	12 43	12 58	13 12	13 26	13 41	13 55	14 10
0,60 ^d	14 24	14 38	14 53	15 7	15 22	15 36	15 50	16 5	16 19	16 34
0,70 ^d	16 48	17 2	17 17	17 31	17 46	18 0	18 14	18 29	18 43	18 58
0,80 ^d	19 12	19 26	19 41	19 55	20 10	20 24	20 38	20 53	21 7	21 22
0,90 ^d	21 36	21 50	22 5	22 19	22 34	22 48	23 2	23 17	23 31	23 46
	0,00 ^d	0,01 ^d	0,02 ^d	0,03 ^d	0,04 ^d	0,05 ^d	0,06 ^d	0,07 ^d	0,08 ^d	0,09 ^d

VIIa. Középidő átszámítása csillagidőre

Óra		Perc				Másodperc			
középidő	csillagidő h m s	középidő	csillag- idő m s	középidő	csillag- idő m s	középidő	csillag- idő	középidő	csillag- idő
1	1 0 9,86	1	1 0,16	31	31 5,09	1	1,00	31	31,08
2	2 0 19,71	2	2 0,33	32	32 5,26	2	2,01	32	32,09
3	3 0 29,57	3	3 0,49	33	33 5,42	3	3,01	33	33,09
4	4 0 39,43	4	4 0,66	34	34 5,59	4	4,01	34	34,09
5	5 0 49,28	5	5 0,82	35	35 5,75	5	5,01	35	35,10
6	6 0 59,14	6	6 0,99	36	36 5,91	6	6,02	36	36,10
7	7 1 9,00	7	7 1,15	37	37 6,08	7	7,02	37	37,10
8	8 1 18,85	8	8 1,31	38	38 6,24	8	8,02	38	38,10
9	9 1 28,71	9	9 1,48	39	39 6,41	9	9,02	39	39,11
10	10 1 38,56	10	10 1,64	40	40 6,57	10	10,03	40	40,11
11	11 1 48,42	11	11 1,81	41	41 6,74	11	11,03	41	41,11
12	12 1 58,28	12	12 1,97	42	42 6,90	12	12,03	42	42,12
13	13 2 8,13	13	13 2,14	43	43 7,06	13	13,04	43	43,12
14	14 2 17,99	14	14 2,30	44	44 7,23	14	14,04	44	44,12
15	15 2 27,85	15	15 2,46	45	45 7,39	15	15,04	45	45,12
16	16 2 37,70	16	16 2,63	46	46 7,56	16	16,04	46	46,13
17	17 2 47,56	17	17 2,79	47	47 7,72	17	17,05	47	47,13
18	18 2 57,42	18	18 2,96	48	48 7,89	18	18,05	48	48,13
19	19 3 7,27	19	19 3,12	49	49 8,05	19	19,05	49	49,13
20	20 3 17,13	20	20 3,29	50	50 8,21	20	20,05	50	50,14
21	21 3 26,99	21	21 3,45	51	51 8,38	21	21,06	51	51,14
22	22 3 36,84	22	22 3,61	52	52 8,54	22	22,06	52	52,14
23	23 3 46,70	23	23 3,78	53	53 8,71	23	23,06	53	53,15
24	24 3 56,56	24	24 3,94	54	54 8,87	24	24,07	54	57,15
		25	25 4,11	55	55 9,04	25	25,07	55	55,15
		26	26 4,27	56	56 9,20	26	26,07	56	56,15
		27	27 4,44	57	57 8,36	27	27,07	57	57,16
		28	28 4,60	58	58 9,53	28	28,08	58	58,16
		29	29 4,76	59	59 9,69	29	29,08	59	59,16
		30	30 4,93	60	60 9,86	30	30,08	60	60,16

VIIb. Csillagidő átszámítása közép időre

Óra		Perc				Másodperc			
csillagidő	közép idő h m s	csillagidő	közép idő m s	csillagidő	közép idő m s	csillagidő	közép- idő	csillagidő	közép idő
1	0 59 50,17	1	0 59,84	31	30 54,92	1	1,00	31	30,92
2	1 59 40,34	2	1 59,67	32	31 54,76	2	1,99	32	31,91
3	2 59 30,51	3	2 59,51	33	32 54,60	3	2,99	33	32,91
4	3 59 20,68	4	3 59,34	34	33 54,43	4	3,99	34	33,91
5	4 59 10,85	5	4 59,18	35	34 54,27	5	4,99	35	34,90
6	5 59 1,02	6	5 59,02	36	35 54,10	6	5,98	36	35,90
7	6 58 51,19	7	6 58,85	37	36 53,94	7	6,98	37	36,90
8	7 58 41,36	8	7 58,69	38	37 53,77	8	7,98	38	37,90
9	8 58 31,53	9	8 58,53	39	38 53,61	9	8,98	39	38,89
10	9 58 21,70	10	9 58,36	40	39 53,45	10	9,97	40	39,89
11	10 58 11,87	11	10 58,20	41	40 53,28	11	10,97	41	40,89
12	11 58 2,05	12	11 58,03	42	41 53,12	12	11,97	42	41,89
13	12 57 52,22	13	12 57,87	43	42 52,96	13	12,96	43	42,88
14	13 57 42,39	14	13 57,71	44	43 52,79	14	13,96	44	43,88
15	14 57 32,56	15	14 57,54	45	44 52,63	15	14,96	45	44,88
16	15 57 22,73	16	15 57,38	46	45 52,46	16	15,96	46	45,87
17	16 57 12,90	17	16 57,22	47	46 52,30	17	16,95	47	46,87
18	17 57 3,07	18	17 57,05	48	47 52,14	18	17,95	48	47,87
19	18 56 53,24	19	18 56,89	49	48 51,97	19	18,95	49	48,87
20	19 56 43,41	20	19 56,72	50	49 51,81	20	19,95	50	49,86
21	20 56 33,58	21	20 56,56	51	50 51,64	21	20,94	51	50,86
22	21 56 23,75	22	21 56,40	52	51 51,48	22	21,94	52	51,86
23	22 56 13,92	23	22 56,23	53	52 51,32	23	22,94	53	52,86
24	23 56 4,09	24	23 56,07	54	53 51,15	24	23,93	54	53,85
		25	24 55,90	55	54 50,99	25	24,93	55	54,85
		26	25 55,74	56	55 50,83	26	25,93	56	55,85
		27	26 55,58	57	56 50,66	27	26,93	57	56,84
		28	27 55,41	58	57 50,50	28	27,92	58	57,84
		29	28 55,25	59	58 50,33	29	28,92	59	58,84
		30	29 55,09	60	59 50,17	30	29,92	60	59,84

VIII. Csillagászati és tudományos

„Fel” Dátum	Jel	Elnevezés	„Le” Dátum	Kezdeti pálya elemek pe ap i T (100 km) perc v. nap	„F6” cél és megjegyzés
1957 X. 4 XI. 3	α β	Szputnyik I Szputnyik II	58. I. 58. IV. 14	2 9 65 96 2 16 65 104	pálya kozmozg., UV, X sug.
1958 I. 31 III. 17 26 V. 15 VII. 26	α β γ δ ϵ	Explorer I Vanguard I Explorer III Szputnyik III Explorer IV	58. VI. 28 60. IV. 6 59. X. 23	4 25 33 115 7 39 34 134 2 28 33 116 2 19 65 106 3 22 50 110	kozmozg. sug., m. meteor geodézia kozmozg. sug., m. meteor mágn., kozmozg. sug. kozmozg. sugárzás
1959 II. 17 VIII. 7 IX. 18 X. 4 13	α δ η ν ζ	Vanguard II Explorer VI Vanguard III Lunyik III Explorer VII	61. VII. 60. III.	6 33 33 126 3 424 47 \approx 750 5 37 33 130 \approx 15 6 11 50 101	felhőzet felhőzet, mágn. mágnesség Hold fényképezés kozmozg., UV, X sug.
1960 IV. 1 13 V. 15 VI. 22 22 VIII. 12 19 X. 4 XI. 3 23 XII. 1	β γ ϵ η 1 η 2 ι λ ν ξ π ϱ	Tiros I Transit I—B Szputnyik IV. Transit II—A SR I (Greb) Echo I Szputnyik V Courier I—B Explorer VIII Tiros II Szputnyik VI	62. IX. 5 60. VIII. 20 60. XII. 2	7 8 48 99 4 8 51 96 3 4 65 91 6 11 67 102 6 11 67 102 15 17 47 118 3 3 65 91 8 11 28 107 4 23 50 113 6 7 49 98 2 3 65 88	felhőzet fénykép. navigáció utasfülke lev. navigáció Nap UV, X sugárzás passzív rádiórelé utasfülke lehozva aktív rádiórelé ionoszféra felhőzet lehozva, elégett
1961 II. 4 12 16 21 III. 9 25 25 IV. 12 VI. 27 29 29	β γ 3 δ η δ ι κ μ ν o1 o2	Szputnyik VII Szputnyik VIII Explorer IX Transit III—B Szputnyik IX Szputnyik X Explorer X Vosztok I Explorer XI Transit IV—A Injun és SR 3	61. II. 26 61. II. 25 61. III. 30 61. III. 30 61. III. 25 61. III. 25 61. IV. 12	2 3 65 90 66 66 — 90 6 26 39 118 2 8 28 95 2 3 65 89 2 2 65 88 2 2330 33 \approx 6720 2 3 65 89 5 18 29 108 8 10 67 104 8 10 67 104	új típ. űrhajó Vénusz rakéta felb. légtér sűrűsége navigáció lehozva (állatok) lehozva (kutya) sug. övezet JURIJ GAGARIN gamma sugárzás navigáció kozmozg., Nap X sug.

szempontból legfontosabb mesterséges holdak

„Fel” Dátum	Jel	Elnevezés	„Le” Dátum	Kezdeti pálya elemek pe ap i T (100 km) perc v. dra	„Fő” cél és megjegyzés
(1961)					
VII. 12	ρ	Tiros III		7 8 48 100	felhőzet
VIII. 6	τ	Vosztok II	61. VIII. 7	2 3 65 87	GERMAN TYITOV
15	ν	Explorer XII		3 773 33 26	mágnesség
23	φ	Ranger I	61. VIII. 30	2 5 33 91	mágn., Holdrak. elők.
25	χ	Explorer XIII	61. VIII. 28	1 12 38 93	mikrometeorok
IX. 13	αα	Mercury 4	61. IX. 13	2 3 33 89	űrrep. előkészítés
X. 21	αδ2	West Ford	61. XII. 5	35 37 96 166	nagytávolsági hírköz.
XI. 15	αη1	Transit IV—B		9 11 32 106	navigáció
15	αη2	Traac		9 12 32 106	sug., navigáció
18	α	Ranger II	61. XI. 20	2 3 33 88	mágn., Holdrak. elők.
29	α2	Mercury 5	61. XI. 29	2 3 33 89	űrrep. elők. (csimpánz)
XII. 12	ακ2	Oscar I	62. I. 31	2 4 81 91	rádióhullám terjedés
1962					
II. 8	β	Tiros IV		7 8 48 100	felhőzet, jég felism.
20	γ	Friendship 7	62. II. 20	2 3 33 89	JOHN H. GLENN
III. 7	φ	OSO 1		6 6 33 96	UV, X és gamma sug.
16	θ	Kozmosz 1	62. V. 25	2 10 49 95	sug. övezet, Nap sug.
IV. 6	ι	Kozmosz 2		2 15 49 102	kozms. sug., földmágn.
24	ν	Kozmosz 3	62. X. 17	2 7 50 93	felhőzet, Nap sug.
26	ξ	Kozmosz 4	62. IV. 29	3 3 65 91	kozmtikus por
26	ο	Ariel		4 12 54 101	ionoszféra, Nap UV sug.
V. 24	τ	Aurora 7	62. V. 24	2 3 33 88	M. SCOTT CARPENTER
28	υ	Kozmosz 5		2 16 49 102	Kozmosz sorozat
VI. 2	λ2	Oscar II	62. VI. 21	2 4 74 91	rádióhullám terjedés
19	αα	Tiros V		6 10 38 101	felhőzet
30	αδ	Kozmosz 6		3 4 49 90	Kozmosz sorozat
VII. 10	αε	Telstar		10 48 45 158	hírközlő relé
28	α2	Kozmosz 7	62. VIII. 1	2 4 65 90	Kozmosz sorozat
VIII. 11	αμ	Vosztok 3	62. VIII. 15	2 2 65 88	ANDREJ NYIKOLAJEV
12	αν	Vosztok 4	62. VIII. 15	2 3 65 89	PÁVEL POPOVICS
18	αζ	Kozmosz 8		3 6 49 93	Kozmosz sorozat
IX. 18	αψ	Tiros VI		7 7 58 99	felhőzet
27	αω	Kozmosz 9		3 4 65 90	Kozmosz sorozat
29	βα	Alouette		10 10 80 105	ionoszféra
X. 2	αγ	Explorer XIV		3 985 33 36	mágnesség
3	βδ	Sigma 7	62. X. 3	2 3 33 89	WALTER M. SCHIRRA
X. 17	βε	Kozmosz 10		2 3 65 90	Kozmosz sorozat
20	βθ	Kozmosz 11		2 10 45 96	Kozmosz sorozat
27	βλ	Explorer XV		3 173 18 5	mesters. sug. övezet
31	βμ	Anna 1—B		10 12 50 108	geodéziai mércek
XII. 13	βπ2	Injun 3		2 3 70 116	kozmtikus sugárzás
13	ν2	Relay 1		13 74 47 185	hírközlő relé
16	βχ	Explorer XVI		8 12 52 104	mikrometeorok
19	βψ	Transit 5—A		7 7 91 99	navig
22	βω	Kozmosz 12		2 4 65 90	Kozmosz sorozat

VIIIa. Mesterséges bolygók és „Hold-rakéták”

„Fel” Dátum	Jel	Elnevezés	Kezdeti pálya elemek pe ap l T (millió km) (fok) (nap) ekl.	„Fő” cél és megjegyzés
1959 I. 2 III. 3 IX. 12		Lunyk I Pioneer IV Lunyk II	146 197 1 450 148 174 0,1 407 Holdra becsapódott: 59. IX. 13.	Hold-közel: 8000 km Hold-közel: 59000 km koz. sug., mágn.
1960 III. 11	α	Pioneer V	121 149 3 312	koz. sug., mágn.
1961 II. 11	$\gamma 1$	Vénusz rak.	107 152 0,3 300	mágn., koz. sug.
1962 I. 26 IV. 23	α μ	Ranger 3 Ranger 4	147 152 0,4 406 Holdra becsapódott: 62. IV. 26. a túlsó oldalon	Hold-közel: 43000 km
VIII. 27 X. 18 XI. 1	$\alpha\theta$ $\beta\theta$ $\beta\eta 1$	Mariner 2 Ranger 5 Mars 1	105 167 2 346 142 160 0,4 370	Vénusz-közel: 35000 km 62. XII. 14. Hold-közel: ~800 km Mars-közel: 63. V—VI.

Mejegyések a I—VIII táblázatokhoz:

A táblázatokhoz szükséges részletes tudnivalók és egyben a legtöbb jelölés ismertetése az 1962. évi „Évkönyv”-ben található meg (66—78 old.).

A fontosabb jelölések a következők:

- RA rektaszcenzió koordináta
D deklináció koordináta
P (a II. táblázatban) a Nap rotációs tengelyének pozíció szöge a napkorong észak pontjától számítva; pozitív jel keleti irányú hajlást jelent.
sp spektráltípus, a csillagszínképek Harvard osztályozás szerint
d, r (a VI b. táblázatban) direkt, illetve retrográd irányú forgást jelent; a direkt forgás iránya: a Nap ekliptika menti látszólagos mozgásának iránya.
pe, ap (a VIII. táblázatokban) a pálya legközelebbi és legtávolabbi pontjának távolsága mesterséges holdaknál a földfelülettől, mesterséges bolygóknál a Naptól számítva.
T (a VIII. táblázatokban) a keringési idő

Az I. táblázat jobb oldalán alul, a Holdra vonatkozó időadatok Közép-Európai időben megadottak.

A CSILLAGOS ÉG 1964-ben

(Időpontok középeurópai zónaidőben)

Január

Bolygók

Merkur 15-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. A hó második felében egy órával kel a Nap előtt és a hajnali szürkületben a délkeleti égbolton figyelhető meg. 4-én alsó együttállásban a Nappal, 27-én legnagyobb nyugati kitérésben 25° távolságra a Naptól. 21-én fázisa 0,49, fényessége +0,2 magnitúdó, mindkettő növekedő. — *Venusz* előretartó mozgást végez 14-ig a Bak, utána a Vízöntő csillagképben. Mint alkonyicsillag látható az esti órákban a délnyugati égbolton. A hó elején két és háromnegyed, végén három és fél órával nyugszik a Nap után. 16-án fázisa 0,83 csökkenő, fényessége —3,4 magnitúdó, növekedő. — *Marsz* előretartó mozgást végez 11-ig a Nyilas, utána a Bak csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Halak csillagképben. Éjfélkor nyugszik, az esti órákban figyelhető meg a nyugati égbolton. — *Szaturnusz* előretartó mozgást végez a Bak csillagképben. A hó első felében még megfigyelhető napnyugta után a délnyugati égbolton. A hó elején három órával nyugszik a Nap után. — *Uránusz* hátráló mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Az esti órákban kel és az éjszaka második felében figyelhető meg. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. A hó elején négy órával, végén hat órával kel a Nap előtt. A hajnali szürkület előtt figyelhető meg a délkeleti égbolton.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
3	—	Quadrantidák meteorraj gyakorisági maximuma
3	19	Uránusz 4° -kal délre a Holdtól
4	03,8	Algol minimumban

Nap	Óra	
7	00,6	Algol minimumban
9	08	Neptunusz 3°-kal délre a Holdtól
9	21,4	Algol minimumban
9	23	Venusz 0,6°-kal délre a Szaturnusztól
12	18,2	Algol minimumban
13	09	Merkur 3°-kal északra a Holdtól
14	22	Részleges napfogyatkozás, tőlünk nem látható. A Déli Sark környékén figyelhető meg
17	02	Szaturnusz 2°-kal északra a Holdtól
17	18	Venusz 3°-kal északra a Holdtól
20	20	Jupiter 4°-kal északra a Holdtól
24	05,5	Algol minimumban
27	02,3	Algol minimumban
29	23,1	Algol minimumban
31	04	Uránusz 4°-kal délre a Holdtól

Február

Bolygók

Merkur előretartó mozgást végez 10-ig a Nyilas, 10-től 28-ig a Bak, utána a Vízöntő csillagképben. E hó folyamán nem figyelhető meg. 15-én fázisa 0,86, fényessége —0,1 magnitudo, mindkettő növekedő. — *Venusz* előretartó mozgást végez 5-ig a Vízöntő, utána a Halak csillagképben. Az esti órákban látható a Nyugati égbolton. A hó elején három és fél, végén négy órával nyugszik a Nap után. 15-én fázisa 0,74 csökkenő, fényessége —3,6 magnitudo, növekedő. — *Marsz* előretartó mozgást végez 16-ig a Bak, utána a Vízöntő csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 17-én együttállásban a Nappal. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Halak csillagképben. Éjfél előtt nyugszik, a kora-esti órákban figyelhető meg a nyugati égbolton. — *Szaturnusz* előretartó mozgást végez 23-ig a Bak, utána a Vízöntő csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 15-én együttállásban a Nappal. — *Uránusz* hátráló mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. — *Neptunusz* 19-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Mérleg csillagképben. Éjfélkor kel és a hajnali órákban figyelhető meg a délkeleti égbolton.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
1	19,9	Algol minimumban
5	16	Neptunusz 3°-kal délre a Holdtól
11	20	Merkur 0,7°-kal északra a Holdtól

Nap	Óra	
16	04,0	Algol minimumban
16	14	Venusz 5°-kal északra a Holdtól
17	10	Jupiter 4°-kal északra a Holdtól
19	00,8	Algol minimumban
21	21,6	Algol minimumban
24	18,4	Algol minimumban
27	11	Uránusz 4°-kal délre a Holdtól
28	03	Merkúr 1°-kal délre a Szaturnusztól
28	09	Venusz 1,°7-kal északra a Jupitertől

Március

Bolygók

Merkur előretartó mozgást végez 15-ig a Vízöntő, utána a Halak csillagképben. A hó utolsó harmadában újra megfigyelhető, napnyugta után a délnyugati égbolton. A hó végén másfél órával nyugszik a Nap után. 13-án felső együttállásban a Nappal. 26-án fázisa 0,86, fényessége —1,2 magnitudo, mindkettő csökkenő. — *Venusz* előretartó mozgást végez 6-ig a Halak, 6-tól 30-ig a Kos, utána a Bika csillagképben. Az esti órákban látható a nyugati égbolton. A hó elején négy, végén négy és fél órával nyugszik a Nap után. 16-án fázisa 0,63 csökkenő, fényessége —3,8 magnitudo növekedő. — *Marsz* előretartó mozgást végez 21-ig a Vízöntő, utána a Halak csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Halak csillagképben. Az esti órákban nyugszik és napnyugta után figyelhető meg a nyugati égbolton. — *Szaturnusz* előretartó mozgást végez a Vízöntő csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. — *Uránusz* hátráló mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Hajnalban nyugszik és az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. — *Neptunusz* hátráló mozgást végez a Mérleg csillagképben. Éjfél előtt kel és az éjszaka második felében figyelhető meg a délkeleti égbolton.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
3	13	Plutó szembenállásban a Nappal
4	01	Neptunusz 2°-kal délre a Holdtól
8	—	Mira Ceti maximumban
12	06	Szaturnusz 3°-kal északra a Holdtól
12	23,3	Algol minimumban
15	20,1	Algol minimumban
16	—	χ Cygni maximumban

Nap	Óra	
16	03	Jupiter 4°-kal északra a Holdtól
17	07	Venusz 6°-kal északra a Holdtól
25	—	Hydraidák meteorraj (március 12-től április 5-ig) gyakorisági maximuma
25	17	Uránusz 4°-kal délre a Holdtól
31	08	Neptunusz 2°-kal délre a Holdtól

Április

Bolygók

Merkur 1-én a Kos csillagképbe lép, amelyben 17-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez. Ez évben e hó első felében kerül megfigyelésre legkedvezőbb helyzetben a koraesti nyugati égbolton. A hó elején két, végén másfél órával nyugszik a Nap után. 7-én legnagyobb keleti kitérésben 19° távolságra a Naptól. 27-én alsó együttállásban a Nappal. 10-én fázisa 0,32, fényessége +0,6 magnitudo, mindkettő csökkenő. — *Venusz* előretartó mozgást végez a Bika csillagképben. Az esti órákban látható a nyugati égbolton. Négy és fél órával nyugszik a Nap után. 10-én legnagyobb keleti kitérésben 46° távolságra a Naptól. 15-én fázisa 0,48 csökkenő, fényessége —4,0 magnitudo növekedő. — *Marsz* előretartó mozgást végez a Halak csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. — *Jupiter* előretartó mozgást végez 10-ig a Halak, utána a Kos csillagképben. A hó elején másfél órával nyugszik a Nap után és ekkor még megfigyelhető az esti szürkületben a nyugati égbolton. 22-én együttállásban a Nappal. — *Szturnusz* előretartó mozgást végez a Vízöntő csillagképben. Napkelte előtt újra látható a délkeleti égbolton. A hó közepén másfél órával kel a Napelőtt. — *Uránusz* hátráló mozgást végez az Oroszlán csillagképben. A hajnali órákban nyugszik és az éjszaka első felében figyelhető meg. — *Neptunusz* hátráló mozgást végez a Mérleg csillagképben. Az esti órákban kel és a későesti óráktól kezdve már megfigyelhető.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
1	00	Merkur 3°-kal északra a Jupitertől
1	03	β Lyrae minimumban
3	—	Virginidák meteorraj (március 1-től május 10-ig) gyakorisági maximuma
8	21	Szturnusz 3°-kal északra a Holdtól
13	15	Merkur 8°-kal északra a Holdtól
14	01	β Lyrae minimumban

Nap	Óra	
14	23	Venusz 9°-kal északra az Aldebarantól
15	19	Venusz 6°-kal északra a Holdtól
21	21	Uránusz 4°-kal délre a Holdtól
22	—	Lyridák meteorraj (április 12-től 24-ig) gyakorisági maximuma
26	22	β Lyrae minimumban
27	14	Neptunusz 2°-kal délre a Holdtól

Május

Bolygók

Merkur hátráló mozgást végez 8-ig a Kos, utána a Halak csillagképben. 10-én előretartó mozgást vesz fel, és 15-től 22-ig a Cet csillagképet érintve, 22-én újra a Kos csillagképbe lép. A hó második felében fél órával kel a Nap előtt. Ekkor megkísérelhető megfigyelése közvetlen napkelte előtt a keleti égbolton, bár e hó folyamán helyzete észlelésre nem nagyon kedvező. 24-én legnagyobb nyugati kitérésben 25° távolságra a Naptól. 25-én fázisa 0,39, fényessége +0,7 magnitúdó, mindkettő növekedő. — *Venusz* 29-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Bika csillagképben. Az esti órákban látható a nyugati égbolton. A hó elején négy és fél, végén két és fél órával nyugszik a Nap után. Fázisa 15-én 0,27 csökkenő, legnagyobb fényességét (—4,2 magnitúdó) 13-án éri el. — *Marsz* előretartó mozgást végez 5-ig a Halak, utána a Kos csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Kos csillagképben. A hó végén újra látható a hajnali szürkületben a keleti égbolton, ekkor egy órával kel a Nap előtt. — *Szturnusz* előretartó mozgást végez a Vízöntő csillagképben. A hajnali órákban látható a délkeleti égbolton. A hó végén három órával kel a Nap előtt. — *Uránusz* 13-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Éjfél után nyugszik és az esti órákban figyelhető meg. — *Neptunusz* hátráló mozgást végez a Mérleg csillagképben. Az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. 7-én szembenállásban a Nappal.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
5	—	Aquaridák meteorraj (április 29-től május 21-ig) gyakorisági maximuma
6	09	Szturnusz 3°-kal északra a Holdtól
9	20	β Lyrae minimumban

Nap	Óra	
10	13	Marsz, Merkúr és Hold hármass együttállásban. Marsz 4°-kal északra a Holdtól, Merkúr 2°-kal északra a Holdtól és Merkúr 2°-kal délre a Marsztól
10	21	Jupiter 4°-kal északra a Holdtól
14	17	Venusz 4°-kal északra a Holdtól
18	08	Juno szembenállásban a Nappal
18	18	Pallas szembenállásban a Nappal
19	02	Uránusz 4°-kal délre a Holdtól
19	20	Marsz 0,6°-kal északra a Jupitertől
24	19	Neptunusz 2°-kal délre a Holdtól
25	15	Merkur 3°-kal délre a Jupitertől

Június

Bolygók

Merkur előretartó mozgást végez 4-ig a Kos, 4-től 24-ig a Bika, utána az Ikrek csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 27-én felső együttállásban a Nappal. 14-én fázisa 0,81, fényessége —0,8 magnitúdó, mindkettő növekedő. — *Venusz* hátráló mozgást végez a Bika csillagképben. A hó elején még látható a nyugati égbolton a koraesti órákban. A hó elején két és fél órával, közepén már csak fél órával nyugszik a Nap után. 19-én alsó együttállásban a Nappal. 4-én fázisa 0,08, fényessége —3,8 magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Marsz* előretartó mozgást végez 7-ig a Kos, utána a Bika csillagképben. Újra megfigyelhető a hajnali keleti égbolton. A hó közepén egy órával kel a Nap előtt. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Kos csillagképben. A hajnali keleti égbolton látható. A hó elején egy órával, végén két és fél órával kel a Nap előtt. — *Szturnusz* 16-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Vízöntő csillagképben. Éjfélkor kel és a hajnali órákban figyelhető meg a délkeleti égbolton. — *Uránusz* előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Éjfélkor nyugszik és az esti órákban figyelhető meg. — *Neptunusz* hátráló mozgást végez a Mérleg csillagképben. A hajnali órákban nyugszik és az éjszaka első felében figyelhető meg.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
1	18	Merkur 3°-kal délre a Marstól
2	19	Szturnusz 3°-kal északra a Holdtól
7	18	Jupiter 3°-kal északra a Holdtól
8	11	Marsz 3°-kal északra a Holdtól

Nap	Óra	
8	20	Merkúr 1°-kal északra a Holdtól
10	05	Részleges napfogyatkozás, tőlünk nem látható. Ausztrália, Új-Zéland és a déli Jeges-tenger ausztráliai vidékéről figyelhető meg.
14	—	Scorpius-Sagittaridák meteorraj (április 20-tól július 30-ig) gyakorisági maximuma
15	04	Merkúr 5°-kal északra az Aldebarantól
15	10	Uránusz 4°-kal délre a Holdtól
20	23	Neptunusz 2°-kal délre a Holdtól
21	11	Ceres szembenállásban a Nappal
24	25	Teljes holdfogyatkozás. Tőlünk is látható. Belépés a félárnyékba 24-én 22 ó 58,4 p-kor; belépés a teljes árnyékba 25-én 0 ó 09,3 p-kor; teljes fogyatkozás kezdete 1 ó 15,5 p-kor; fogyatkozás közepe 2 ó 06,2 p-kor; teljes fogyatkozás vége 2 ó 56,9 p-kor; kilépés a teljes árnyékból 4 ó 03,1 p-kor; kilépés a félárnyékból 5 ó 14,0 p-kor. A fogyatkozás nagysága holdátmérőben kifejezve 1,56.
27	01,3	Algol minimumban
30	01	Szaturnusz 3°-kal északra a Holdtól

Július

Bolygók

Merkur előretartó mozgást végez 8-ig az Ikrek, 8-tól 18-ig a Rák, utána az Oroszlán csillagképben. A hó első napjait kivéve az egész hó folyamán megfigyelhető a nyugati égbolton napnyugta után. Egy órával nyugszik a Nap után. 19-én fázisa 0,73, fényessége —0,1 magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Venusz* 11-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Bika csillagképben, amelyből 31-én az Orion csillagképbe lép át. A hó közepétől mint hajnalcillag a keleti égbolton napkelte előtt újra megfigyelhető. A hó közepén másfél, végén két és fél órával kel a Nap előtt. Fázisa 24-én 0,25 növekedő, legnagyobb fényességét (—4,2 magnitúdó) 26-án éri el. — *Marsz* előretartó mozgást végez 30-ig a Bika, utána az Ikrek csillagképben. A hajnali keleti égbolton figyelhető meg. A hó elején másfél, végén három órával kel a Nap előtt. — *Jupiter* előretartó mozgást végez 26-ig a Kos, utána a Bika csillagképben. Éjjélkor kel és a hajnali órákban látható a keleti égbolton. — *Szaturnusz* hátráló mozgást végez a Vízöntő csillagképben. A hó elején éjjél előtt kel és az éjszaka második felében látható; a hó végén az esti órákban kel és az egész éjszaka folyamán látható. — *Uránusz* előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Az esti órákban nyugszik és a hó első

felében a koraesti órákban még megfigyelhető a nyugati égbolton. — *Neptunusz* 27-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. Éjfélkor nyugszik és az esti órákban figyelhető meg.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
1	19	Marsz 6°-kal északra az Aldebarantól
5	13	Jupiter 3°-kal északra a Holdtól
5	19	Merkur 5°-kal délre a Polluxtól
7	07	Marsz 2°-kal északra a Holdtól
7	18	Venusz 4°-kal délre a Holdtól
9	13	Részleges napfogyatkozás, tőlünk nem látható. Észak Kanadában, az Északi Sark vidékeiről és Kelet-Szibériából figyelhető meg.
10	13	Merkúr 0,°9-kal délre a Holdtól
12	21	Uránusz 4°-kal délre a Holdtól
17	03,1	Algol minimumban
18	05	Neptunusz 2°-kal délre a Holdtól
18	08	Venusz 5°-kal délre a Marstól
27	03	Merkur 0,°3-kal délre a Regulustól
27	04	Szturnusz 3°-kal északra a Holdtól

Augusztus

Bolygók

Merkur 18-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez az Oroszlán csillagképben. 30-án a Szextáns csillagképbe lép át. A hó első felében figyelhető meg a nyugati égbolton az esti szürkületben. Ez időszakban egy órával nyugszik a Nap után. 5-én legnagyobb keleti kitérésben 27° távolságra a Naptól. 8-án fázisa 0,45, fényessége +0,7 magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Venusz* előretartó mozgást végez 11-ig az Orion, utána az Ikrek csillagképben. A hajnali órákban látható a keleti égbolton. A hó elején két és fél, végén három és fél órával kel a Nap előtt. 29-én legnagyobb nyugati kitérésben 46° távolságra a Naptól. 18-án fázisa 0,44 növekedő, fényessége —4,1 magnitúdó csökkenő. — *Marsz* előretartó mozgást végez az Ikrek csillagképben. A hajnali égbolton látható. A hó elején három, végén négy órával kel a Nap előtt. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Bika csillagképben. Éjfél előtt kel és az éjszaka második felében látható a keleti égbolton. — *Szturnusz* hátráló mozgást végez a Vízöntő csillagképben. Az egész éjszaka folyamán látható. 24-én szembenállásban a Nappal. — *Uránusz* előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. E hó folyamán a Nap közelsége miatt nem

figyelhető meg. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. A hó elején négy órával nyugszik a Nap után. A hó első felében még megfigyelhető az esti szürkület után a délnyugati égbolton.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
2	04	Jupiter 2°-kal északra a Holdtól
2	—	Aquaridák meteorraj (július 25-től szeptember 8-ig) gyakorisági maximuma
4	15	Merkur 2°-kal délre az Uránusztól
4	17	Venusz 5°-kal délre a Holdtól
5	00	Mars 0,2°-kal északra a Holdtól
9	01,5	Algol minimumban
9	09	Uránusz 4°-kal délre a Holdtól
9	15	Merkur 8°-kal délre a Holdtól
11	—	Perseidák meteorraj (július 20-tól augusztus 19-ig) gyakorisági maximuma
11	22,3	Algol minimumban
14	13	Neptunusz 2°-kal délre a Holdtól
16	—	Cygnidák meteorraj (július 25-től szeptember 8-ig) gyakorisági maximuma
18	—	Cepheidák meteorraj gyakorisági maximuma
21	03	β Lyrae minimumban
23	08	Szturnusz 3°-kal északra a Holdtól
28	12	Venusz 4°-kal délre a Marstól
29	03,2	Algol minimumban
29	14	Jupiter 2°-kal északra a Holdtól

• Szeptember

Bolygók

Merkur hátráló mozgást végez 8-ig a Szextáns, utána az Oroszlán csillagképben. 10-én újra előretartó mozgást vesz fel, és 28-án az Oroszlán csillagképből a Szűz csillagképbe lép át. A hó második felében figyelhető meg a hajnali szürkületben a keleti égbolton. Ekkor egy órával kel a Nap előtt. 2-án alsó együttállásban a Nappal. 18-án legnagyobb nyugati kitérésben 18° távolságra a Naptól. 22-én fázisa 0,64, fényessége —0,6 magnitúdó, mindkettő növekedő. — *Venusz* előretartó mozgást végez 4-ig az Ikrek, 4-től 24-ig a Rák, utána az Oroszlán csillagképben. A hajnali órákban látható a keleti égbolton. Három és fél órával kel a Nap előtt. 17-én fázisa 0,59 növekedő, fényessége —3,8 magnitúdó csökkenő. — *Marsz* előretartó mozgást végez 10-ig az Ikrek, utána a Rák csillag-

képben. A hajnali órákban látható a keleti égbolton. A hó elején négy, végén öt órával kel a Nap előtt. — *Jupiter* 14-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Bika csillagképben. Az esti órákban kel és az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. — *Szturnusz* hátráló mozgást végez a Vízöntő csillagképben. A hajnali órákban nyugszik és az egész éjszaka folyamán látható. — *Uránusz* előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. A hó folyamán a Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 2-án együttállásban a Nappal. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
1	00,0	Algol minimumban
2	02	Vesta szembenállásban a Nappal
2	14	Marsz 1°-kal délre a Holdtól
2	15	Venusz 9°-kal északra a Polluxtól
2	17	Venusz 5°-kal délre a Holdtól
3	01	Algol minimumban
3	20,8	Algol minimumban
5	06	Mars 6°-kal délre a Polluxtól
10	22	Neptunusz 2°-kal délre a Holdtól
12	—	Piscidák meteorraj (augusztus 16-tól október 8-ig) gyakorisági maximuma
15	22	β Lyrae minimumban
18	04,9	Algol minimumban
19	12	Szturnusz 3°-kal északra a Holdtól
21	01,7	Algol minimumban
21	16	Merkúr 0,6°-kal északra az Uránusztól
23	22,5	Algol minimumban
25	20	Jupiter 1°-kal északra a Holdtól
26	19,3	Algol minimumban
28	20	β Lyrae minimumban

Október

Bolygók

Merkur előretartó mozgást végez 24-ig a Szűz, utána a Mérleg csillagképben. E hó folyamán a Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 15-én felső együttállásban a Nappal. 22-én fázisa 0,99, fényessége —0,8 magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Venusz* előretartó mozgást végez 24-ig az Oroszlán, utána a Szűz csillagképben. A hajnali órákban látható

a délkeleti égbolton. A hó elején három és fél, végén három órával kel a Nap előtt. 17-én fázisa 0,72 növekedő, fényessége —3,6 magnitúdó csökkenő. — *Marsz* előretartó mozgást végez 13-ig a Rák, utána az Oroszlán csillagképben. Éjfél után kel és a hajnali órákban látható a keleti égbolton. — *Jupiter* hátráló mozgást végez a Bika csillagképben. A kora esti órákban kel és az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. — *Szturnusz* hátráló mozgást végez a Vízöntő csillagképben. Éjfél után nyugszik és az éjszaka első felében figyelhető meg. — *Uránusz* előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. A hó közepén három órával kel a Nap előtt. A hajnali órákban újra megfigyelhető a keleti égbolton. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
1	01	Marsz 2°-kal délre a Holdtól
2	04	Venusz 5°-kal délre a Holdtól
3	08	Uránusz 4°-kal délre a Holdtól
5	08	Venusz 0,°4-kal délre a Regulustól
8	08	Neptunusz 2°-kal délre a Holdtól
11	03,4	Algol minimumban
11	18	β Lyrae minimumban
14	00,2	Algol minimumban
16	19	Szturnusz 3°-kal északra a Holdtól
16	21,0	Algol minimumban
17	01	Venusz 0,°1-kal északra az Uránusztól
19	—	Orionidák meteorraj (október 11-től 30-ig) gyakorisági maximuma
23	00	Jupiter 1°-kal északra a Holdtól
29	10	Marsz 3°-kal délre a Holdtól
30	17	Uránusz 5°-kal délre a Holdtól
31	05,1	Algol minimumban

November

Bolygók

Merkur előretartó mozgást végez 7-ig a Mérleg, 7-től 13-ig a Skorpion, utána a Nyilas csillagképben. A hó folyamán napnyugta után figyelhető meg a délnyugati égbolton. A hó elején háromnegyed, végén másfél órával nyugszik a Nap után. 30-án legnagyobb keleti kitérésben 21° távolságra a Naptól. 21-én fázisa 0,82, fényessége —0,3 magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Venusz* előretartó mozgást végez 30-ig a Szűz, utána a Mérleg csillagképben. A hajnali órákban látható a délkeleti

égbolton. A hó elején három, végén két és fél órával kel a Nap előtt 16-án fázisa 0,81 növekedő, fényessége — 3,5 magnitudo csökkenő. — *Marsz* előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Éjfélkor kel és a hajnali órákban látható a keleti égbolton. — *Jupiter* hátráló mozgást végez 5-ig a Bika, utána a Kos csillagképben. Az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. 13-án szembenállásban a Nappal. — *Szatur-nusz* 2-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Vízöntő csillagképben. Éjfélkor nyugszik és az esti órákban figyelhető meg. — *Uránusz* előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Éjfélkor kel és a hajnali órákban figyelhető meg a keleti égbolton. — *Neptunusz* előre-tartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 9-én együttállásban a Nappal.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
1	00	Venusz 4°-kal délre a Holdtól
3	01,9	Algol minimumban
4	02	Marsz 1°-kal északra a Regulustól
5	08	Merkur 4°-kal délre a Holdtól
5	22,7	Algol minimumban
8	19,5	Algol minimumban
13	—	Tauridák meteorraj gyakorisági maximuma
13	03	Szatur-nusz 3°-kal északra a Holdtól
14	13	Merkur 2°-kal északra az Antarestől
16	—	Leonidák meteorraj gyakorisági maximuma
18	09	Venusz 4°-kal északra a Spicatól
19	05	Jupiter 2°-kal északra a Holdtól
23	03,6	Algol minimumban
26	00,4	Algol minimumban
26	17	Marsz 3°-kal délre a Holdtól
27	00	Uránusz 5°-kal délre a Holdtól
28	21,2	Algol minimumban

December

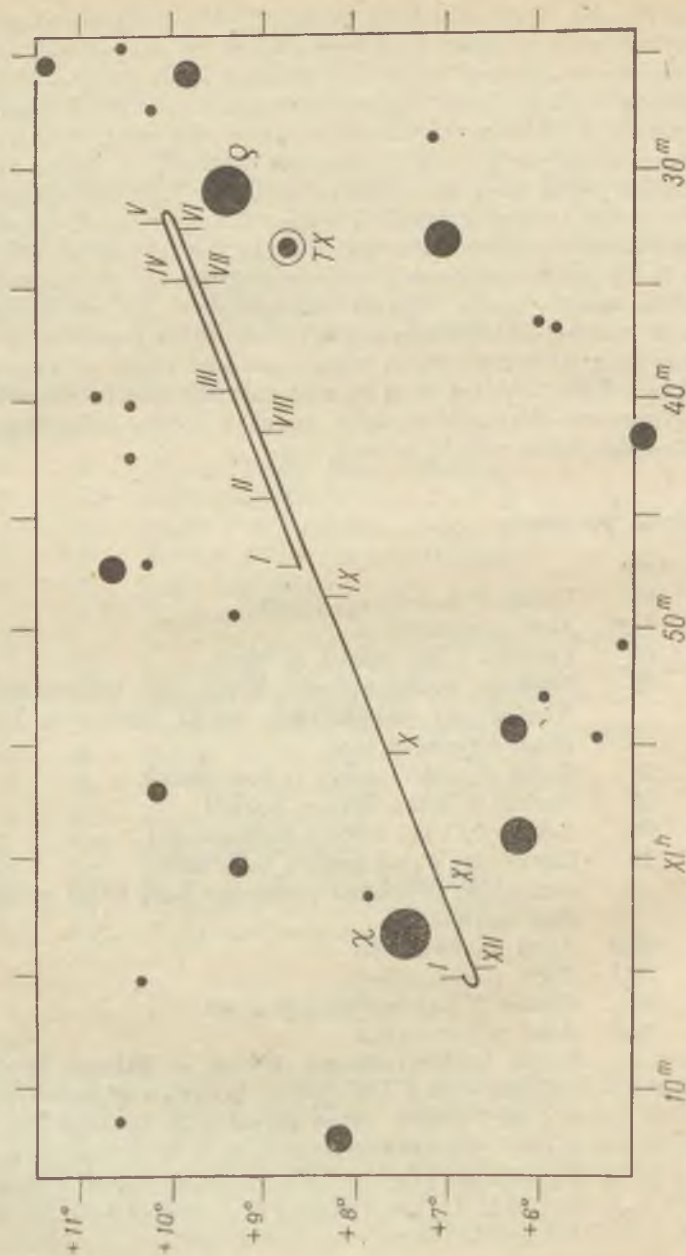
Bolygók

Merkur 9-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Nyilas csillagképben, amelyből 20-án a Kígyótartó csillagképbe lép át. A hó első felében napnyugat után a délnyugati égbolton, az év utolsó napjaiban pedig a hajnali szürkületben a délkeleti égbolton figyelhető meg. A hó elején másfél, közepén háromnegyed órával nyugszik a Nap után. Az év utolsó napjaiban egy órával kel a Nap előtt. 18-án alsó együtt-

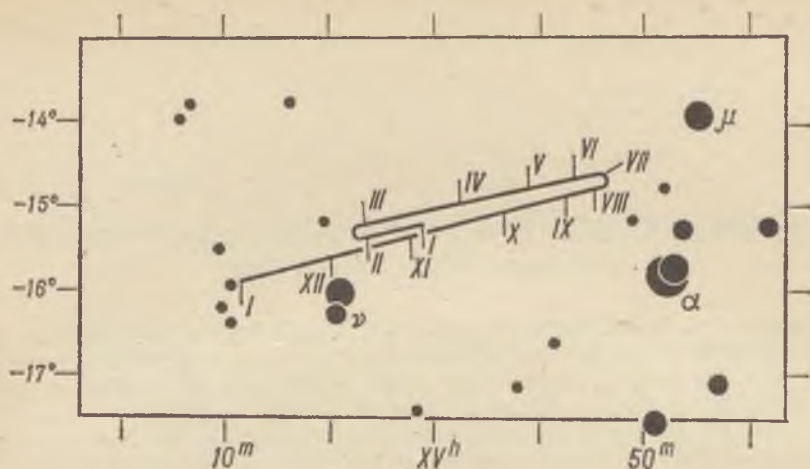
állásban a Nappal. 11-én fázisa 0,22, fényessége +0,8 magnitúdó, mindkettő csökkenő; 31-én fázisa 0,39, fényessége +3,0 magnitúdó, mindkettő növekedő. — *Venusz* előretartó mozgást végez 24-ig a Mérleg, utána a Skorpió csillagképben. Napkelte előtt látható a délkeleti égbolton. A hó elején két és fél, végén másfél órával kel a Nap előtt. 16-án fázisa 0,88 növekedő, fényessége —3,4 magnitúdó csökkenő. — *Marsz* előretartó mozgást végez 26-ig az Oroszlán, utána a Szűz csillagképben. Éjfél előtt kel és az éjszaka második felében látható a keleti égbolton. — *Jupiter* hátráló mozgást végez a Kos csillagképben. A hajnali órákban nyugszik és az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. — *Szturnusz* előretartó mozgást végez a Vízöntő csillagképben. Az esti órákban nyugszik. A koraesti órákban még megfigyelhető a délnyugati égbolton. — *Uránusz* 20-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Éjfél előtt kel és az éjszaka második felében figyelhető meg. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
1	05	Venusz 2°-kal délre a Holdtól
1	18,0	Algol minimumban
2	03	Uránusz 1°-kal délre a Holdtól
4	02	Részleges napfogyatkozás, tőlünk nem látható. Kelet-Ázsiából, az Atlanti-Óceán északi részein és Alaszkából figyelhető meg.
5	09	Marsz 1,6°-kal északra az Uránusztól
5	23	Merkur 0,6°-kal délre a Holdtól
10	05	Venusz 0,1°-kal délre a Neptunusztól
10	13	Szturnusz 3°-kal északra a Holdtól
12	—	Geminidák meteorraj (december 5-től 19-ig) gyakorisági maximuma
13	05,3	Algol minimumban
16	02,1	Algol minimumban
16	10	Jupiter 2°-kal északra a Holdtól
18	22,9	Algol minimumban
19	—	Teljes holdfogyatkozás, tőlünk is látható. Belépés a félárnyékba 1 ó 0,7 p-kor; belépés a teljes árnyékba 1 ó 59,2 p-kor; teljes fogyatkozás kezdete 3 ó 7,2 p-kor; fogyatkozás közepe 3 ó 37,3 p-kor; teljes fogyatkozás vége 4 ó 7,3 p-kor; kilépés a teljes árnyékból 5 ó 15,4 p-kor; kilépés a félárnyékból 6 ó 13,8 p-kor. A fogyatkozás nagysága holdátmérőben kifejezve 1,18.



1. ábra. Az Uránusz látszó útja 1964-ben



2. ábra. A Neptunusz látszó útja 1964-ben

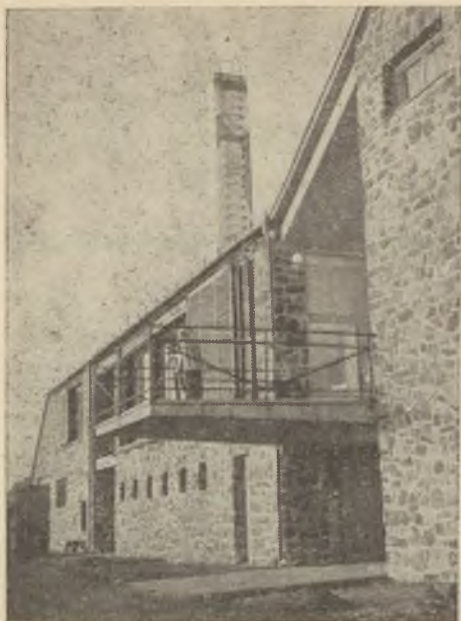
Nap	Óra	
21	19,7	Algol minimumban
24	07	Uránusz 5°-kal délre a Holdtól
24	20	Marsz 3°-kal délre a Holdtól
26	01	Venusz 6°-kal északra az Antarestől
29	10	Neptunusz 1°-kal délre a Holdtól
31	15	Venusz 0,3°-kal északra a Holdtól
31	23	Merkúr 2°-kal északra a Holdtól

G. I.

A Magyar Tudományos Akadémia Csillagvizsgáló Intézetének működése
(1962 június 1—1963 május 31.)

A Mátrában a Piskéstetőn létesített új megfigyelő-állomás főműszerének, egy 90/60/180 cm-es Schmidt-féle teleszkópnak felszerelését 1962 júniusában a Zeiss-művek műszerészei befejezték. A műszer átadása június 16-án történt. Júliusban az intézet kutatói elvégezték a távcső optikájának jusztirozását és próbafelvételeket készítettek. A felvételek bizonyossága szerint a távcső optikája elsőrendű és a leképzés hibái kisebbnek adódtak a rendelésnél kikötött határoknál. Több hiányosság mutatkozott a távcső elektromos berendezésében, amelyeket fokozatosan elimináltunk. Hosszabb időt vett igénybe a hajtómű szabályozásához beépített ingaóra kontaktusainak rendbehozása. Október folyamán elvégeztük a tengelyrendszer finom beállítását. Az október 31-én készített 2 órás pólusfelvétel szerint a pólustengely helyzete 5"-en belül helyes, és ez teljesen elegendő ahhoz, hogy akár másfél órás pólusátviteleket készítsünk. A jusztirozó csavarok nagyobb pontosság elérését nem teszik lehetővé, de erre nincs is szükség. A távcsővel kitűzött tudományos programok megkezdését lehetetlenné tette, hogy nem sikerült megfelelő fotolemezeket szerezni. Csak 1963 folyamán sikerült biztosítani, hogy 1964-től kezdve megfelelő érzékenységű lemezekkel rendszeresen el leszünk látva. Ezideig a rendelkezésre álló kisérzőékenységű lemezek 130 felvételt készítettünk, amelyek nagyrésze az optika és tengelyek jusztirozásához voltak szükségesek, azonkívül próbafelvételeket készítettünk a legkülönbözőbb objektumokról. Az intézet műhelye elkészítette az objektívprizma fel- és leszereléséhez szükséges segédberendezést. Igen sok színekfelvételt is készítettünk, elsősorban a jelenleg használatos színekposztályozás alapját képező standard-csillagokról. 1963 májusban sorozatfelvételeket készítettünk (Lovas Miklós) az 1963 b Alcock-üstököséről, amely igen érdekes és gyors fényesség-ingadozásokat mutatott.

Az eddigi tapasztalatok szerint az új állomás a csillagászati megfigyelések szempontjából Közép-Európa legkedvezőbb fekvésű obszervatóriuma. Az ég annyira sötét, hogy a nagy fényerejű Schmidt-teleszkóppal is készíthetők egyórás felvételek a fotolemez számbajövő elfeketedése nélkül. Megfelelő érzékenységű lemezekkel ilyen felvételen kb. a 19,5 magnitúdó érhető el. A Zeiss-művek által konstruált kazettákkal nagy tökéletességgel biztosítható a lemezeknek a gömb alakú fókuszfelülethez való simulása és ha a lemezek vastagsága nem haladja meg az 1,2 mm-t, a meghajlítástól a lemezek sohasem törnek el. Igen jól sikerült a hőmérséklet-ingadozások



3. ábra. A Piszkéstetőn létesített megfigyelő állomás épülete

kiküszöbölése. A téli és nyári fókuszkülönbség mindössze 0,02 mm. A vezető távcső és a tükröteleszkóp között nem lép fel differenciális elhajlás. A korrekciós lemez körül fűthető haromsapka van, amely megakadályozza az optikán való harmatlecsapódást. A teleszkóp csövét hőszigetelő anyag veszi körül, hogy a hőmérséklet lehetőleg állandó legyen a cső belsőjében. A teleszkóp beállítása teljesen elektromos úton történik egy kapcsolóasztalról. Az egész távcső súlya 13 tonna, ebből 3,4 tonna a cső, 2 tonna a tartóvilla, 1 tonna az óratengely, 6 tonna a távcső láb súlya. A tükrök súlya foglalatával együtt 760 kp, a korrekcióslemezé 65 kp. Az objektívprizma súlya foglalattal 83 kp. A fotokazetta súlyát sikerült 3 kp-ra leszorítani, ami igen kényelmes kezelést tesz lehetővé a lemez cserénél.

A távcső optikai adatai: Tükrök ZK 7 üvegből, 315 kp súlyú, gömbfelület, 3610 mm görbületi sugárral. Külső átmérője 1 m, szabad nyílása 90 cm, vastagsága 170 mm. Mindkét oldala alumíniummal van bevonva. A korrekciós lemez ultraibolya fényt is átengedő UBK 7 üvegből készült, súlya 15,5 kp. Külső átmérője 640 mm, szabad nyílása 600 mm, vastagsága 19 mm. Az objektívprizma 5° törőszögű, az ultraibolyát is átengedő BK 7 üvegből készült, törési együtthatója 1,5183, külső átmérője 660 mm, legkisebb vastagsága 30 mm, súlya 51 kp. Ugyanilyen nagyságú, 2° törőszögű objektívprizma a jövő évben érkezik.

A fotolemez állása 0,01 mm pontossággal olvasható le és a fókuszírozás céljára 30 mm intervallumban mozgatható. A lemeznagyság 16×16 cm, a kazettában görbületi sugara 1800 mm.

Az új állomás tudományos munkaprogramjában a következő témák szerepelnek: 1. Szupernóvák keresése. Ebből a célból rendszeresen fényképezni fogjuk az ég olyan részeit, ahol különösen sok galaxis, illetve galaxis-halmaz van. Így, ha egy galaxisban átlagban csak száz évenként is jelenik meg egy szupernóva, olyan területen, ahol egy felvételen több ezer galaxis is van, szupernóvák felfedezésének valószínűsége nagy. Ezt a programot szovjet csillagdákkal kooperálva végezzük, előre megbeszélte munkaprogram szerint. 2. A Tejútrendszer halopopulációjának vizsgálata. A szupernóvák felfedezése céljából készített felvételek felhasználhatók lesznek a halóban

levő változócsillagok, RR Lyrae- és Mira-változók felkutatására. 3. A Taurus csillagképben levő sötét ködök vizsgálata, elsősorban a bennük levő T Tauri-típusú változócsillagok felkutatása és ezek fényváltozásának követése. 3. Objektívprizmás-felvételeken a Tejútrendszer különböző vidékeiben a csillagszínképtípusok meghatározása és a különböző fizikai tulajdonságú csillagok térbeli eloszlásának vizsgálata. 4. Űstökösök csóvaképződésének vizsgálata, fényesebb űstökösökről készítendő sorozatfelvételek alapján. Ez a program a Nyugodt Napév nemzetközi vállalkozás keretében kerül keresztülvitelre. 5. Csillaghalmazok és asszociációk többszínfotometriája, ha majd a szükséges színszűrők megérkeznek. 6. Galaxishalmazok tagjainak fotometriai vizsgálata.

1962 augusztusában megérkezett a Zeiss-művektől egy legújabb típusú sztereo- és blinkkomparátor a Schmidt-teleszkóppal készülő felvételek kiértékeléséhez. Berendezték az állomás fotolaboratóriumát. Az intézet műhelye elkészült egy 25 cm-es reflektor felállításával, amellyel fotoelektromos fényességméréseket végezzünk. Azonkívül elkészített a spektrum-felvételek kiértékeléséhez egy binokuláris spektrum-vizsgáló készüléket.

Az Intézet személyzete jelenleg: igazgató Detre László, gazdasági igazgató Szőnyi Jenő. A tudományos személyzet négy csoportra tagozódik: 1. változócsillag-csoport: Balázs Júlia dr. csoportvezető, Barlai Katalin, Kányó Sándor tud. munkatársak, Gefferth Károly segéderő. 2. Sztellárstatistikai csoport: Balázs Béla csoportvezető, Szeidl Béla, Lovas Miklós tud. segédmunkatársak, Koncsik László, Bükki Csaba tud. segéderők. 3. Mesterséges holdak vizsgálatának csoportja: Almár Iván dr. csoportvezető, Illés Erzsébet tud. munkatárs, Thaly Koppány tud. segéderő. Ennek a csoportnak felügyelete alá tartozik a bajai, szombathelyi és miskolci szputnyik-követő állomás. 4. Elméleti csoport: Csada Imre dr. csoportvezető, Paál György tud. munkatárs, Venekey Katalin tud. segéderő.

Az intézet műhelyének személyzete: Eltor János műszaki vezető, Kálmán Béla és Fischera György technikusok, Iváncsik Miklós szakmunkás.

Adminisztrációs személyzet: Szegvárdi Csengeri István könyvtáros, Tulcsik Béla, a mátrai állomás gondnoka, Sobók Józsefné, Bodrosszián



4. ábra. A piszkéstetői megfigyelő állomás főműszerének kopolája

Péterné adminisztratív előadók, Osgyáni László gépkocsivezető, Markovits Ildikó gépirónő, Iváncsikné Guba Borbála, Tamási Péter, Debacher Péter betanított munkások. A mátrai állomáson: Szabad József gépkocsivezető, Storch Jenő, Gubala Sándor betanított munkások, Jakubovics Zoltán fűtő.

Az Intézetben nyer kiképzést Virághalmi Géza aspiráns fotometriai tárgykörből. A nyári hónapokban több egyetemi hallgató dolgozott a szabadsághegyi és mátrai intézetben. Detre László az 1962/63 tanév II. félévében „Kozmikus gázködök fizikája” és „Változócsillagok” c. előadásokat tartotta az ELTE csillagászati tanszékén. Ugyanott Csada Imre „Asztrofizika” c. előadásokat tartott. Balázs Béla másodállásban ellátta a tanszék tanársegédi teendőit és mindkét félévben több kollégiumot tartott. Egyetemi hallgatók számára az Intézetben kozmogóniai szeminárium volt. Az intézeti kollokviumok keretében előadott H. Kienle német akadémikus, Jánossy Lajos akadémikus, Markarján és Saranov szovjet csillagász. Az említett külföldieken kívül az Intézetet még Dimitroff amerikai és Firago szovjet csillagász látogatta meg.

A Nemzetközi Nyugodt Napév hazai végrehajtóbizottságában Detre László, munkabizottságában Balázs Béla lett tag. Az 1962 végén alakult akadémiai COSPAR-bizottság Detre Lászlót tagjává választotta. Az akadémiai molekulaszpektroszkópiai albizottság tagja lett Balázs Júlia. A hazai szputnyik-állomások ügyeinek koordinálására akadémiai albizottság alakult Almár Iván vezetésével.

Az Intézet kiadta az Information Bulletin on Variable Stars c. nemzetközi kiadvány 28 számát. Azonkívül szétküldték a Mitteilungen 52. és 53. számát. Az Intézet ezen kiadványaival 420 külföldi intézettel tart fenn cserekapcsolatot.

Az Intézet kutatói a következő tanulmányutakon, illetve konferenciákon vettek részt:

1. Balázs Júlia és Detre László a bambergi csillagda meghívására résztvettek és előadást tartottak az ottani változócsillagkonferencián. A bambergi csillagda Balázst vendégül látta. Az előadás a bambergi csillagda kiadványában jelent meg. Detre a konferencia egyik elnöke volt.

2. Ugyanők résztvettek az Astronomische Gesellschaft freiburgi konferenciáján.

3. Balázs Béla a belgrádi csillagda meghívására szeptemberben résztvett a csillagda 75. évi jubileumán és ott előadást tartott.

4. Almár Iván és Illés Erzsébet a bautzeni iskolai csillagvizsgáló meghívására június 11–12-én résztvettek az NDK szputnyik-megfigyelőinek tanácskozásán és ott Almár két előadást tartott.

5. Kanyó Sándor a MTA kiküldöttként május 9-től június 11-ig Finnországban és Svédországban volt tanulmányúton, majd 3 hétig a bjurakani obszervatóriumban dolgozott, ahol RR Lyrae-ről fotoelektromos polarizációs méréseket végzett.

6. Barlai Katalin két hetes saját költséges NDK tanulmányútján meglátogatta a potsdami, babelsbergi, jenai és tautenburgi obszervatóriumokat.

7. Almár Iván a METESZ képviselőjeként, Illés Erzsébet önköltségen résztvett a Nemzetközi Asztronautikai Szövetség várnai kongresszusán.

8. Almár Iván november 21—27-én Leningrádban résztvett a mester-séges holdak fotografiai megfigyelésének problémáival foglalkozó konferen-cián és ott előadást tartott.

9. Paál György a MTA kiküldöttként egy hetet tartózkodott a moszkvai Sternberg Intézetben, ahol kozmológiai problémákkal foglalkozott.

Az Intézet tudományos személyzete a különböző témákban a következő eredményeket érte el:

Változócsillagok vizsgálata: Az U , B , és V színtartományokban a követ-kező RR Lyrae-csillagokról sikerült nagyobb anyagot kapni: SZ Lyncis, RR Lyrae, RV Ursae Maioris, RW Draconis, AC Andromedae. A megfigye-léseket főleg Szeidl, Kanyó és Gefferth végezték, az Intézet 60 cm-es reflektó-rán EMI-gyártmányú elektronsokszorozóval.

Kanyó az RV Ursae Maiorisról kapott anyagot dolgozta fel és azt az érdekes eredményt kapta, hogy a 90 napos fénygörbeváltozások közben a félnapos főperiódussal folyó fényváltozásoknak egy, a fénygörbe felszálló ágához tartozó fázisában a fényesség állandó marad. Ezzel most először sikerült biztos cáfolatot találni arra a hipotézisre, hogy a fénygörbeváltozások két közel kommenzurábilis periódusú fényváltozás interferenciájából szár-maznak.

Balázs Júlia és Detre feldolgozták az RR Lyrae- és RW Draconis-ról eddig összegyűlt megfigyelési anyagot és ebből több érdekes következtetést vontak le e csillagok természetére vonatkozólag. Erről a témáról „Analyse des mehrfach periodischen Lichtwechsels von RR Lyrae und RW Draconis” címmel előadást tartottak a bambergi változócsillag konferencián. Az elő-adás a bambergi csillagda kiadványainak 34. számában jelent meg.

Kanyó bjurakani tartózkodása alatt polarizációs méréseket végzett RR Lyrae-ről az ottani 40 cm-es reflektorra szerelt fotoelektromos berende-zéssel. A fénymaximumban 1%-os polarizáltság mutatkozott. A megfigye-lések célja az volt, hogy az RR Lyrae-ben Babcock által megfigyelt erős mágneses tér az egyes kitörések alkalmával nem okoz-e észrevehető szinkrotron sugárzást. Minthogy az RR Lyrae irányában az intersztelláris fény-gyengítés és ezzel együtt az intersztelláris polarizáció csekély, igen való-színű, hogy a Kanyó által megfigyelt polarizáltság szinkrotron sugárzástól ered. A polarizáltság megfigyelt értéke összhangban van újabb elméleti vizsgálatokkal, amelyek különböző fajta csillagokra és különböző erősségű mágneses terekre megállapították a szinkrotron sugárzás mértékét.

Az RR Lyrae-csillagok természetének felderítéséhez lényegesnek látszik Balázs Júlia azon észrevétele, hogy a gömbhalmazok színindex-magnitúdó diagramjában a halmazváltozók közepes fényessége egyezik meg a szomszédos, állandó fényű csillagok fényességével. Ez azt jelenti, hogy az RR Lyrae-csillagok átlagos energiatermelése nem különbözik a szomszédos csillagokétól és így az RR Lyrae állapot egy csillag fejlődése során nem a középpont körüli magreakciókban beálló változásoktól származik. Balázs Júlia szerint a fényváltozás ellenére az energiatermelés állandó, de a csillag külső rétegeinek opacitásában beálló változás miatt bizonyos ideig kevesebb energiát sugároz ki a csillag, mint amennyit termel. A csillag külső zónáiban így energia halmozódik fel, amely ha elér bizonyos kritikus értéket, kitörés-ben egyenlítődik ki. Ha a különböző periódusú RR Lyrae-csillagok nagyjából

azonos felépítésűek, a kritikus értéknek és ezzel egy kitörés alkalmával felszabaduló energiának különböző RR Lyrae-csillagoknál nagyjából ugyanakkorának kell lennie. Ezen ötlet alapján Barlai fotoelektromos fénygörbék felhasználásával kiszámította az egy kitörés alkalmával kisugárzott energiát és ez az energia a különböző periódusú RR Lyrae-csillagokra tényleg ugyanakkorának adódott. Ez az eredmény nem értelmezhető a pulzáció-elmélettel, de összhangban van az erupciós hipotézissel. Minthogy a felhalmozódó energia egy része konvektív is kiegyenlíthető, az az időköz, amely alatt a felhalmozódó energia eléri a kritikus értéket, a konvekció mértékétől, ez pedig a mágneses térerősségtől függ. Így ezen elgondolás értelmében a fényváltozás periódusát a mágneses térerősség határozza meg. Az erupciós hipotézisből helyesen adódik a fénygörbe és a radiális sebességgörbe fázisviszonya, valamint a két görbe erős asszimmetriája. A csillag radiális sebessége az erupciós hipotézis alapján nem a radiális sebességek közéértéke, hanem csak valamivel kisebb a radiális sebesség maximumánál.

1962. szeptember 20. és október 10. között internacionális kooperációban ismét megfigyeltük AC Andromedae-t, ezúttal U, B, V-színtartományban. Eredményeink alapján most már biztosnak látszik, hogy a csillag erős fénygörbeváltozását nem az eddig felvett 0,55 és 0,71 napos periódusok interferenciája okozza, mert a csillag főperiódusa 0^m48-nál is nagyobb. Szeidl jelenleg analizálja a csillagról kapott nagy megfigyelési anyagot.

Balázs Júlia feldolgozta az 1959-ben nemzetközi kooperáció keretében végzett négyszínfotometriai anyagot Béta Lyrae-ról. A kooperáló 18 csillagda közül a budapesti anyag bizonyult a legnagyobbnak és legpontosabbnak. A budapesti anyagot beküldtük a koordináló uppsalai csillagdának, azonkívül megjelentetjük az Intézet kiadványaiban (54. számban).

Illés Erzsébet fényelektromos mérésekből kimutatta, hogy az RR Lyrae csillagnak klasszifikált AT Herculis nem változtatja fényét. Kérésére Spite francia csillagász a csillagról spektrumfelvételeket készített és elküldte a csillag és néhány szomszédos csillag regisztrogrammait. Az ezeken végzett vonalintenzitás becslések alapján AT Herculis színképtípusa K0V és így semmiképp sem tartozhat a nagy abszolút fényességű változócsillagok közé.

Igen sok munkát fordítottunk a gömbhalmazokban levő RR Lyrae-csillagok periódusváltozásának vizsgálatára. Szeidl M3 több mint 100 RR Lyrae csillagjának 0 — C diagramját határozta meg. Barlai M 15, Lovas M5 feldolgozását végzi.

Stellárstatistika: Balázs Béla a G és K típusú csillagokra kidolgozott új módszerek alapján végzi hamburgi felvételen egy, a Tejútrendszer síkjára merőleges sáv spektrálstatistikai vizsgálatát. Módszeréről, amely iránt külföldön is nagy az érdeklődés, előadást tartott a belgrádi csillagda jubileumi ünnepségén. Az előadás az ottani kiadványokban jelenik majd meg. Az új mátrai Schmidt-teleszkóppal Balázs több standard csillag színképét vette fel. Ezekre a tervezett spektrálklasszifikációs vizsgálatokban lesz szükség.

Ugyancsak a mátrai Schmidt-teleszkóppal a galaktikus haló több vidékét vettük fel abból a célból, hogy ott a halopopulációhoz tartozó változócsillagokat kutassuk fel.

Mesterséges égitestek megfigyelése. Az Intézet szputnyik-állomása 1962-ben 31 szputnyikátvonulásról 408 megfigyelést küldött be a moszkvai központnak. A megfigyeléseket Almár, Illés és Thaly végezték. Szeptemberben egy hetes észlelési kampány folyt az ú. n. INTEROBS-program keretében, amelynek célja néhány mesterséges égitest több állomásról való szimultán megfigyelése pontos instantán pálya meghatározására.

A szovjet megfigyelő-hálózat Bulletinje számára Almár orosz nyelvű kéziratot küldött be a mesterséges holdak magyarországi optikai megfigyeléséről. Az új nemzetközi szputnyik-évkönyv számára beküldte Ill Mártonnal közösen írt „Nemzetközi kooperáció mesterséges holdak bázis-megfigyelésére geofizikai adatok céljából” c. cikket. Almár júniusban Bautzenben és novemberben Leningrádban összesen három előadást tartott.

Egyéb munkák: Paál folytatta relativisztikus kozmológiai vizsgálatait. Kimutatta, hogy a kozmikus konstans legújabb mérésekből adódó értékét véve alapul, a nagy galaxishalmazok instabilitásával kapcsolatos ellentmondások megoldhatók. Az Asztronomiczeszkij zszurnal szovjet folyóiratban megjelent a „Metagalaxis relativisztikus elmélete” c. értekezése (39. kötet, 911–4 o.).

Almár és Illés az 1962 februárjában felfedezett Nova Lyrae-ről több U, B, V fényességértéket kaptak és meghatározták az összehasonlító magnitudoit ezekben a színtartományokban.

Lovas a mátrai Schmidt-teleszkóppal sorozatfelvételeket készített az Alcock-üstökös májusi fényváltozásairól.

Kanyó a turkui obszervatóriumban 10 felvételen kimérte 3 kisbolygó koordinátáit, ezekből 2 bolygó pályaszámítását végezte el. Az eredményeket beküldte a Cincinnati-i központnak.

DEZSŐ LORÁNT:

A Magyar Tudományos Akadémia Napfizikai Observatóriumának működése

(1961 május—1963 április)

Az Observatórium kutatásai két téma köré csoportosulnak: (1) napfoltokra és (2) napprotuberanciákra vonatkozó vizsgálatok. Mindkét téma folyamatos jellegű és a kutatásokat, valamint az erre a célra foganatosított észleléseket az Observatórium személyzete kollektív munkában végzi.

Jelen beszámolási időszak folyamán az Observatórium fő tevékenységét régebbi greenwichi napfolt észlelési anyagok felhasználásával eszközölt különféle statisztikai vizsgálatok kötötték le. Az ebből a témakörből írt 4 dolgozat alkotja az Observatórium saját-kiadványainak, a magyar és orosz nyelvű összefoglalásokkal ellátott angol nyelvű „közleményeinek” első négy számát. Az ezekben részletezett eredményeinket röviden a következőkben ismertetjük.

A „Napfoltokra vonatkozó statisztikai vizsgálatok új módszer alapján” című, terjedelmesebb (Dezső) dolgozat, bevezetőül szolgál nemcsak a többi háromhoz, hanem ezen témakör kereteibe eső és már előkészületben levő továbbiakhoz is. Itt körvonalazzuk eljárásunkat és kifejtjük azokat az alapelveket, amelyekre az Observatórium napfolt kutatásait felépítettük.

Mivel a napfoltok létrejvetelének végső oka még teljességgel ismeretlen és a folttevékenység átlagosan 11, illetve 22 éves periódusúnak mondható, a foltokra vonatkozó vizsgálatoknak általában lehetőleg mindig legalább ilyen hosszú időközre kiterjedő megfigyelési anyaggal kell kapcsolatosnak lenniök. Mivel pedig a foltok (akár egyedileg, akár csoportokká tömörített kollektív egységeként tekintve tanulmányozzuk is őket) oly sokféle és nagyfokú változatosságot mutatnak, mind kvalitatív, mind kvantitatív szempontból, hogy — legalább is egyelőre még, azaz a múlthoz hasonlóan továbbra is — főleg csak statisztikai módszerekkel remélhetünk a foltokra vonatkozólag újabb törvényszerűségeket felismerni.

Napfolt problémák statisztikai tanulmányozásához nagyszabású, évtizedekre kiterjedő megfigyelési sorozatok mérési eredményeinek számértékei állnak rendelkezésre. Ezek között kiemelkedő helyet foglalnak el a „Greenwich Photo—Heliographic Results” című jólismert kiadványokban közölt megfigyelési anyagok. Statisztikai vizsgálatokat kizárólag nagyszámú homogén adatra szabad csak alapozni, de egy-egy azonos műszer elég hosszú ideig azonos körülmények között végzett észlelési anyagából sokféleképpen

is kiválasztható olyan elég bőséges adat-halmaz, amely még jól kielégíti a homogenitás előfeltételét is. A vonatkozó irodalom áttanulmányozásával meggyőződhetünk arról, hogy a publikált és elsősorban területekre és helio-grafikus pozíciókra (valamint mágnességre) vonatkozó napfolt adatok felhasználása, statisztikai kiértékelése még távolról sincs kimerítve.

Ilyen megfontolások nyomán kezdtük el évekkel ezelőtt különféle statisztikai napfolt vizsgálatainkat, melyeket eddig elsősorban az 1922-től 1934-ig terjedő évek észleléseinek greenwichi anyagára alapítottuk. Több



5. ábra. A Magyar Tudományos Akadémia Napfizikai Observatóriuma
(Debrecen, Egyetemi Botanikus Kert)

oka is van annak, hogy az első beható tanulmányozásokhoz éppen ezen évek észleléseit választottuk. Ez az időszak két egymásutáni napfolt-minimumot, azaz egy teljes napeklust foglal magába. Ettől az időtől kezdve a megelőző évtizedekhez képest lényegesen többféle napmegfigyelési anyaggal rendelkezünk. Az 1922 és 1934. évek közé eső napeklus az első, amelyről már egy egész ciklusra kiterjedőleg mind mágneses foltészlelések, mind kromoszférikus szinoptikus térképek is vannak. Ezen évekről a Nemzetközi Csillagászati Unió égisze alatt publikálták a homogénnek tekinthető protuberancia perem-észlelés sorozatokat is.

Jóllehet korántsem bizonyos, hogy a fotoszférikus foltterületek a legjellemzőbb fizikai sajátosságai a napfolt jelenség valódi lényegének, gyakorlatilag mégis ezeket kell annak tekintenünk. A foltok élettörténetét mindenestre leírhatjuk területi adataik időbeli változásaiival. Grafikus ábrázolásokból szembeszökő, hogy nagyobb foltterületek esetében nemcsak egész foltcsoportok területváltozásainak görbéi, hanem egyedi foltoké is csak

ritkán tevődnek össze egy-egy szüntelenül csak emelkedő, majd sülyyedő görbe-szakaszból. A szóban forgó görbéken fellépő kisebb-nagyobb másodlagos, lokális maximumok és minimumok is túlnyomó többségükben feltétlenül reálisak.

A felemlített tények szerint a folt és következésképpen a foltcsoport életében a területi növekedés nem egy egyszeri jelenség. A növekedés és csökkenés — mondhatjuk úgy is — a kifejlődés és visszafejlődés folyamata általában többször, nem ritkán sokszor is megfordul.

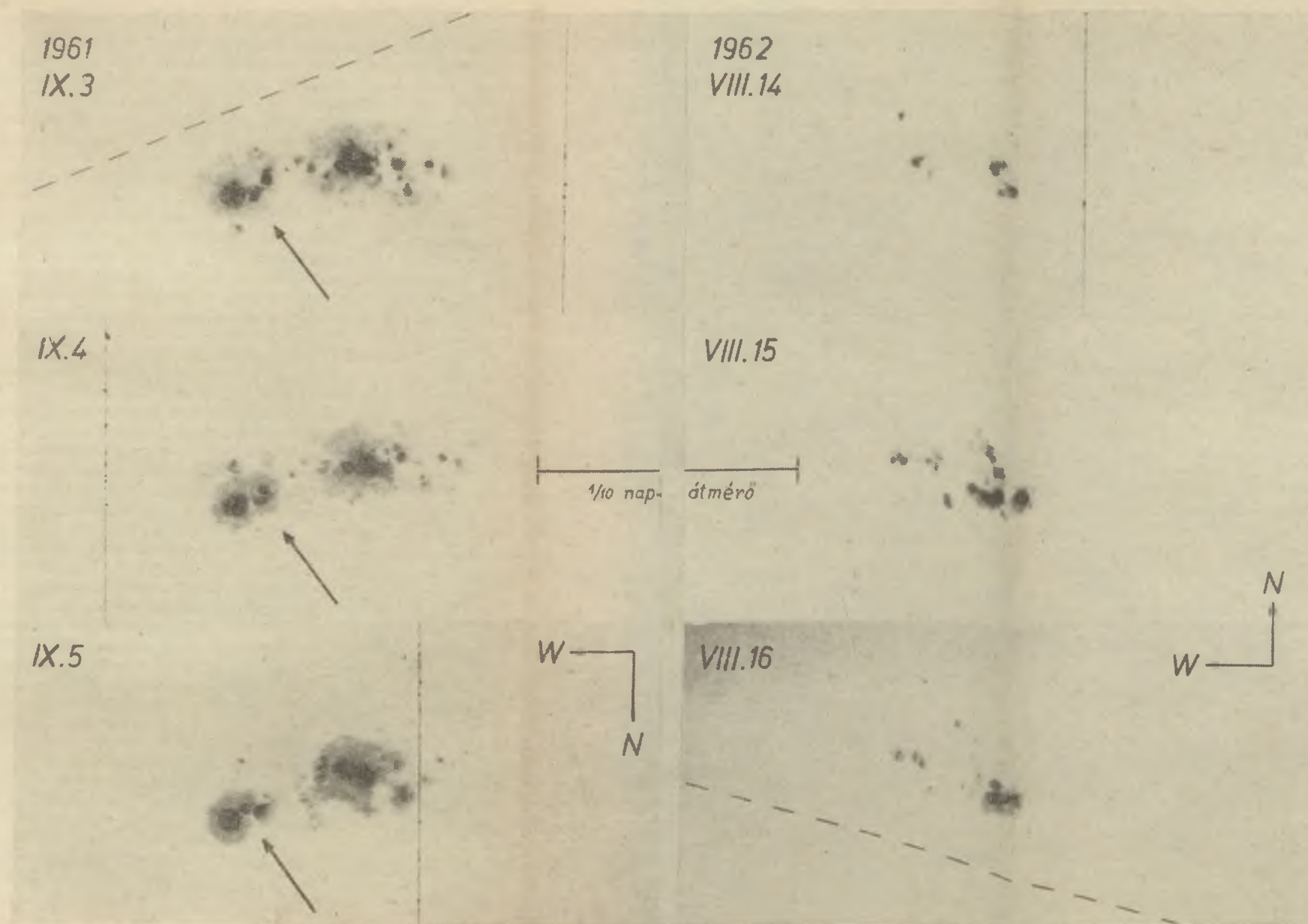
Egy-egy foltcsoportra vagy foltra nyilván jellemző, sőt már eleve igen fontos adatoknak tekinthetjük a területi változások gyorsaságait, a kifejlődési és visszafejlődési állapotok időtartamát és egymás utáni váltakozását. Más megfogalmazásban: a folterületek menetét feltüntető görbék emelkedő, „felszálló” és sülyyedő, „leszálló” szakaszainak meredekségét és hosszát, továbbá a különböző maximumok és minimumok magasságát és számát.

Az észlelhető foltgyarapodást közvetlenül elősegítő és előidéző események és körülmények mibenlétének és természetének megismerése — magától érthetően — elsősorban a kifejlődési időpontokban eszközölt észlelésektől, illetve ezen észlelések tanulmányozásától várható. A napfizikai kutatásokban talán döntő jelentősége éppen az ilyen észleléseknek lehet.

A Nap légkörében észlelhető különféle, egymással és a Nap globális folttevékenységével valamilyen korrelációt mutató jelenségek valószínűleg mind az egyes foltokkal, illetve foltcsoportokkal nem csak „statisztikai-kapcsolatokban” vannak. Az ilyen jellegű kérdések tanulmányozásánál is nyilván előnyt jelenthet, ha a foltokra vonatkozó észlelési adatoknál alkalmas megkülönböztetéseket vezetünk be a területi változások irányának és nagyságának megfelelően. Példának okáért régóta jól ismeretes, hogy a foltcsoport átlagos területi növekedésével párhuzamosan halad a foltcsoport körzetében fellépő kromoszférikus fleerek gyakoriságának emelkedése.

Ilyen és ehhez hasonló megfontolásoktól vezettetve kíséreltük meg napfolt kutatásainknál a folterületek változásainak menetét a lehetőségeink megszabta határokon belül szigorúan figyelembe venni. Tehát a napfoltok problémáit voltaképpen fejlődési szemszögből nézve tanulmányoztuk.

A napfoltjelenség umbra és penumbra területeinek változásai alapján mind az egyes foltok, mind a foltcsoportoknál fejlődési fázisokat különböztettünk meg. Egy teljes napciklust felölöl fejlődési fázisokra klasszifikált greenwichi megfigyelési anyag különféle eloszlásait tanulmányoztuk. Ily módon, elsősorban azzal, hogy a kifejlődés, valamint a visszafejlődés időpontjaira vonatkozó észlelési adatokat elkülönítettük, a napfoltjelenség természetének egyes jellegzetes sajátosságai könnyen felismerhetőkké váltak. Ezáltal bebizonyosodott, hogy módszerünk igen eredményesen alkalmazható. Sőt az is meglehetősen jól kitűnt, hogy a napfoltok további vizsgálatainál általában is érdemes lesz hasonló utakat követni. Főleg az umbra és penumbra, valamint a foltcsoportokat alkotó foltok kapcsolatait tárgyaltuk. Így egyebek mellett a következőkre mutattunk rá. Az azonos foltcsoportokhoz tartozó foltok fejlődései egymással szoros összefüggésben állanak; ezzel szemben a különböző foltcsoportok között — ha van egyáltalán — legfeljebb csak viszonylag laza kapcsolat lehet. A foltok kifejlődését és vissza-



6. ábra. Két nagyobb napfoltcsoport változásai. Az MTA Napfizikai Observatórium 6"-es fotohéliográfjával készült felvételek

fejlődését nem szabad teljes egészükben mindössze egyetlen, csak ellen-
tétés értelemben végbemenő folyamatnak tekinteni. Legfontosabb észre-
vételünk talán az, hogy miközben a penumbra területek igyekeznek
követni az umbrák területi változásait, általában valami „tehetetlenségi”
jelenség féle mutatkozik bizonyos mértékben. A penumbrák fejlődési fázis-
sainak megváltozásai igen gyakran késnek az umbrákéhoz viszonyítva.
— Penumbrális, azaz umbra nélkülinek észlelt foltok napkorongon való
eloszlását ugyancsak greenwichi észlelések alapján tanulmányozva egyrészt
arra a következtetésre jutottunk, hogy ilyenek a valóságban nem léteznek,
e félenek legfeljebb a folt életének kezdeti és végső időszakát mondhatjuk,
másképp a „fizikai foreshortening” effektusra tehetünk néhány megállapí-
tást. Ez az effektus a foltokat körülövező és legalább 1500 km magas
„átlátszatlan” fáklyák segítségével értelmezhető.

„A napfolt penumbra és umbra területek viszonylagos nagyságáról”
szóló (Dezső, Gerlei) dolgozatban: egy teljes napciklust felölelő greenwichi
megfigyelési anyagon tanulmányoztuk a penumbra és umbra napfolt-
területek arányát és ennek változásait főleg az általunk bevezetett umbra
fejlődési fázisok segítségével. Legfőképpen a foltcsoportokat vizsgáltuk.
Eredményeink szerint nagyban és egészben véve az a törvényszerűség
mutatkozik, hogy a penumbra per umbra hányadosok átlagértéke foltmini-
mumtól a következőig általában folyamatosan csökken. Ezt az észrevéte-
lünket egyébként, a hasznos fejlődési megkülönböztetések nélkül, greenwichi,
több napciklus napi foltterületeinek felhasználásával más úton is alátámasz-
tottuk. A penumbra per umbra értékek legerősebben a foltok fejlődési álla-
potától függenek és ezért már „rövid” idő alatt nagymértékben megváltoz-
hatnak. Bizonyos határokon belül ezek a hányadosok általában nagyobbak
a nagyobb területek esetében. Leggyakrabban a kétféle foltterület arányá-
nak egy napi megváltozása az umbra terület változásával ellentétes értelmű.
Ez arra vall, hogy a penumbra fejlődése ilyenkor „elmarad” az umbrához
képest. Penumbra és umbra területek hányadosainak egy napi változásai
meghatározott esetekben felismerhetővé teszik a foltcsoport „közeli”
jövőjének (és múltjának) valószínű fejlődési irányát. A penumbra per umbra
értékek mindenesetre a napfolt jelenség igen fontos paraméterének bizonyul-
tak, amelyek esetleg még prognosztikai célokra is felhasználhatók lesznek.

„Kapcsolat fejlődés és mozgás között bipoláris napfoltpároknál” cím
alatt rámutatunk (Dezső, Gerlei, Sipos) egyebek mellett arra, hogy legalábbis
a greenwichi terminológia szerint jelentősebb $p-f$ folt-párok esetén, a p és
 f folt relatív távolodásának átlagos sebessége a kifejlődési állapotban levő
foltoknál nagyobb, mint azoknál, amelyek visszafejlődésben vannak.

„Az „Új tények a napfolt jelenség Kelet-Nyugat aszimmetriájáról”
című (Dezső, Gerlei) dolgozat, a különféle sokat vitatott magyarázatokra
alkalmat szolgáltató és más napjelenségeknél, így a szoláris rádiófrekvenciás
sugárzásoknál is fellépő, ezen aszimmetriáknak egy meglepő sajátosságát
mutajta be. Kiderült, hogy a szóban forgó effektus mind foltcsoportok, mind
egyedi foltok esetén a fejlődési állapottól függ, és a fejlődési fázisok közül
a kifejlődéseknél ellentétes értelmű, mint a visszafejlődéseknél. Mindkét
esetben az effektus nagysága jóval nagyobb, mint amekkorának azt eddig
ismertük.

A napfolt jelenségnek a fejlődési fázisok figyelembevételével történő tanulmányozását, amelyeknek első eredményeit tartalmazzák az ismeretettett dolgozatok, tovább folytattuk, elsősorban az alapul szolgáló észlelési sorozatoknak hosszabb időközre való kiterjesztése útján. De miután kimutattuk, hogy az ú. n. foreshortening effektus hamisító hatása nagyobb, mint amint azt eddig vélték, emiatt, a további vizsgálatoknál célszerűnek látszott a felhasznált észlelési anyagokat nagyobb mértékben a napkorong közepetájáról származó adatokra korlátozni.

Napfoltokra vonatkozó kutatásaink és különösen ezek „nyersanyagának” megfelelő előkészítése és összeállítása nagymennyiségű és fárasztó, és részleteiben a legcsekélyebb mértékben sem érdekes, de emellett teljes figyelmet kívánó különféle egyszerű számításokat, összeszámlálásokat, grafikus ábrázolásokat és sokrétű egyéb munkákat igényelt. Mindezeket a munkálatokat bárminemű (statisztikai gépi) segédeszköz nélkül bonyolítottuk le. Igen sokakat illet köszönet azért, hogy odaadó munkájukkal ezen vizsgálatok lefolytatását és jövőbeni folytatását lehetővé tették, illetve elősegítették. A statisztikai kiértékelésekhez előkészített anyag tekintélyes részének felhasználása még csak most van soron.

Az Observatórium személyi állományába tartozó, illetve tartozott dolgozók különböző fokon és mértékben ugyan, de kivétel nélkül mind résztvettek ebben a munkában. Első helyen kell említeni Gerlei Ottó tudományos munkatársat, aki elejétől fogva állandóan mindenben közreműködött. A kezdeti időkben elsősorban Mersits József, valamint Nagy László, akik régebben még az Observatórium dolgozói voltak, míg jelen periódusban Horváth Erzsébet, kutatási segédőrök készítették a katalógusokat és listákat és végezték az ezzel összefüggő egyszerűbb számításokat. Ez utóbbiakat főleg Mersits. Főleg Guman István tudományos munkatárs látott hozzá a kutatásoknak egyről több napciklusra való kiterjesztéséhez. Első négy közleményünk táblázatainak és ábráinak végleges összeállításához Sipos Viktor és Duchnovszky István tudományos segédmunkatársak is hozzájárultak. Sipos ma már nem tartozik az Observatórium személyi állományába, de továbbra is szoros kapcsolatban maradt az Observatóriummal.

A nagyszámú különféle grafikus ábrázolások zömét és az ezekkel kapcsolatos munkákat kezdetben Lovas Bernadette és Magyar János önkéntes külső munkatársaink, míg az utóbbi időkben főleg Badi Györgyi, Kálmán Béla, Kánya István és Kovács Ágnes, továbbá Hunyadi Ilona és Török István, debreceni egyetemi hallgatók, illetve ma részben már diplomát szerzett volt egyetemi hallgatók végezték.

Észleléseink egyelőre még továbbra is az eddigi mederben folytak. Így főleg a foltesoportok fejlődéséhez és a foltesoportokon belüli mozgások tanulmányozásához végeztünk fotografikus észleléseket (a sárga színeképtartományban). Példa gyanánt bemutatjuk két foltesoport 3—3 napi változását. A taláalomra kiválasztott átlagos képminőségű felvétel-sorozatokon két „nem tipikus” foltesoport látható: mindkét esetben az *f*-foltesoport-rész a nagyobb. A *p*-foltesoport-részhez tartozó nyíllal megjelölt nagy foltnál, szembeszőkö ennek mozgása. A másik foltesoport területének változása a feltűnő; VIII. 15-én szemmel láthatólag „maximumban” volt a

foltsoport. (A berajzolt szaggatott vonalak a Nap egyenlítőjének irányát tüntetik fel.)

A saját megfigyelési anyagok alapján történő kutatásokhoz és a globális naptevékenység változásainak nyomonkövetéséhez folyamatosan, havi összesítésekben, feldolgozzuk észlelési anyagunkat. Ezeket, az első tájékoztatóra szolgáló havi adatokat — kéziratban —, 1960. januárja óta, megküldjük a Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet földmágneses obszervatóriumi szolgálatának.

A protuberanciákra vonatkozó vizsgálatainkkal kapcsolatban a Szovjetunióból érkezett megkeresésre bizonyos észlelési anyagokat dolgoztunk fel, a protuberanciák statisztikai vizsgálatánál általunk alkalmazott eljárással.

A Nemzetközi Geofizikai Kooperáció Európai—Ázsiai Regionális Bizottsága „sarki fény, földmágnesség, ionoszféra, napaktivitás, kozmikus sugárzás” munkacsoportja, amelynek 1962 őszi, VI. ülészakán az Obszervatórium vezetője két külföldi napfizikussal együtt résztvett, a Német Tudományos Akadémia potsdami Asztrofizikai Obszervatóriuma napfizikai osztálya (az Einstein-torony) vezetőjének előterjesztése nyomán, egyrészt javasolta az illetékes hazai szervek felé, hogy tegyék lehetővé az Obszervatórium számára keskeny áteresztő sávú polarizációs monokromátor beszerzését a Nemzetközi Nyugodt Nap Év (IQSY) céljai érdekében, másrészt külön határozatban üdvözölte az Obszervatórium napfáklya észlelési programját. Az IQSY keretében elindítandó ezen észlelési programunkhoz hasonlólt még mind ez ideig máshol sehol sem kezdeményeztek.

Örvendetesen kezdtek kialakulni az Obszervatórium egyéb nemzetközi kapcsolatai is. Az Obszervatórium vezetőjét a Nemzetközi Csillagászati Unió tagjai sorába választotta. Több neves külföldi csillagász is meglátogatta az Obszervatóriumot; az Obszervatórium létesítése óta tizennégyen. Közülük egyesek 2—3 napot töltöttek nálunk. Különösen gyümölcsöző volt a legutóbbi, 1962 második felére eső két látogatás; az ondrejovi obszervatórium tudományos munkatársával, Dr. B. Valnicekkel és V. V. Saronov leningrádi professzorral igen hasznos megbeszéléseket folytathattunk Obszervatóriumunk folyamatban levő különféle kutatásairól.

Jelen beszámolási időszak alatt fordult először elő, hogy az Obszervatórium műszerállománya komolyabb új beruházással gazdagodott. Fotografikus észlelési anyagaink kiméréséhez Zeiss-féle gyorsfotométert és spektrum-projektort, észlelő műszereinkhez pedig egy ugyancsak Zeiss gyártmányú, a teljes látható színekre kiterjedő 33 tagból álló fém-interferencia szűrő-sorozatot sikerült beszerezniünk. Az Obszervatórium alapfelszerelését képező összes többi műszereit régi műszerek és műszeralkatrészek korszerűsítésével, átépítésével és „háziilag” készített új alkatrészek révén oldotta meg. Komoly köszönet illeti ezért Obszervatóriumunk műszaki ügyintézőjét, Szegedi Sándort. Hálás köszönettel tartozunk még Szalay Sándor professzornak, a Magyar Tudományos Akadémia Atommag Kutató Intézete igazgatójának, Dr. Kulin Györgynek a TIT Uránia Bemutató Csillagvizsgáló igazgatójának és Dr. M. N. Gnyevüsevnek a Szovjet Tudományos Akadémia pulkovoi csillagvizsgálójához tartozó kaukázusi hegyi obszervatórium vezetőjének, akik mind elősegítették, hogy különféle értékes

optikai és mechanikai műszeralkatrészekhez jussunk, részben ajándékozás, részben csekély költség-térítés útján.

Az Obszervatórium létrehozása óta, az Obszervatórium vezetője látta el a Kossuth Lajos Tudományegyetemen, mint megbízott előadó a fizika szakos tanárjelöltek „csillagászat” oktatását.

Az utóbbi két tanév alatt már egy-egy egyetemi szakdolgozat is készült az Obszervatóriumban és lehetőségünk volt (1960 óta) nyaranta néhány egyetemi hallgatónak díjazásos foglalkoztatására is. Ezenkívül az Obszervatórium és annak személyzete mindenkor készségesen rendelkezésre állt a felmerült csillagászati vonatkozású oktatási és általános ismeretterjesztési igények kielégítésére. Így mind egyetemi hallgatók, mind középiskolai tanulók, továbbá a TIT szervezésében a nagyközönség részére számos előadást és az érdeklődéstől függően havonta 2—3 távcsöves bemutatót tartottunk.

RÓKA GEDEON:

A TIT CSILLAGÁSZATI ÉS ŪRHÁJÓZÁSI SZAKOSZTÁLYAINAK 1962—63. ÉVI MŰKÖDÉSE

A piszkéstetői új Obszervatórium szervezésével járó munka befejezésével dr. Detre László akadémiai levelező tag, az MTÁ Csillagvizsgáló Intézetének igazgatója ismét tevékenyebben vehetett részt a TIT ismeretterjesztő munkájában, az 1963. évi május havában megtartott választmányi ülés ezért újra őt választotta meg a csillagászati és űrhajózási szakosztályok munkáját irányító Országos Választmány elnökévé.

A Választmány jelenlegi vezetősége: elnök: dr. Detre László, elnökhelyettesek: dr. Dezső Loránt, Ill Márton, dr. Kulin György, vezetőségi tagok: dr. Földes István, dr. Szabó Gyula, titkár: Róka Gedeon. A Választmánynak hivatalból tagjai a budapesti és megyei szakosztályok elnökei.

A csillagászati és űrhajózási szakosztályok vezetősége:

A budapesti szakosztály elnöke: dr. Almár Iván, vezetőségi tagok: dr. Balázs Béla, dr. Földes István, dr. Kulin György, Nagy Ernő, Ponori Thewrewk Aurél.

Baranya megyében elnök: dr. Székely Jenő, titkár: dr. Tóth László

Bács megyében elnök: Ill Márton

Borsod megyében elnök: Apostol Ince, titkár: dr. Szabó Gyula

Csongrád megyében elnök: dr. Makai Lajos

Hajdú megyében elnök: dr. Dezső Loránt, titkár: Szegedi Sándor

Heves megyében elnök: dr. Udvarhelyi Károly, elnökhelyettes: dr. Zétényi Endre

Somogy megyében elnök: Szentes Imre

Szolnok megyében elnök: Tokody Lajos

Zala megyében elnök: Zöldág Imre

A kószthelyi járási szakosztály elnöke: Szepessy Tibor, titkár: Nagy Zsigmond

A többi megyében összevont szakosztályok működnek.

Az állami és társadalmi szervek művelődéspolitikai irányelvei, amellet, hogy rámutattak arra, hogy az ismeretterjesztő munkának fokozottabban kell segítenie az elöttünk álló gazdasági feladatok végrehajtását, megfelelő súllyal foglalkoztak azzal is, hogy a szocializmus teljes felépítése új, magasabb igényeket támaszt népünk általános műveltségének emelésével, az emberek szocialista gondolkodásának, tudatának formálásával szemben is.

Az MSzMP Központi Bizottságának az 1962. évi márciusi ülésén hozott határozata, a mezőgazdaság fejlesztésének egyik előfeltételként jelölte meg parasztságunk kulturális színvonalának emelését, szocialista tudatának fokozatos kialakítását.

Ezen művelődéspolitikai irányelvek az ismeretterjesztés hármas célkitűzését, a dolgozók szakmai, általános és világnézeti nevelését egymástól elválaszthatatlan egységbe foglalták.

A világnézeti nevelés fontosságát kiemeli az a körülmény is, hogy a két társadalmi rendszer békés együttélése nem jelenti az ellenséges ideológiák megbékélését.

A kulturális nevelőmunka érdekében folyó szellemi offenzíva feladatává tette szakosztályainknak, hogy a csillagászati előadásokat fokozottabb mértékben állítsák az általános műveltség és a világnézeti nevelés szolgálatába.

Szakosztályaink az utóbbi években előadásai nagy részét az űrhajózás témaköréből tartották.

Az űrhajózás tudományos alapjainak kifejtése alkalmat adott több olyan évszázadok óta ismert fizikai törvény megmagyarázására, mely szerves része kellene hogy legyen természettudományos műveltségünknek, de még nagyon kevésbé ment át a köztudatba. Világnézeti nevelő hatásúak már egymagukban az űrhajózás tényei is, emellett alátámasztják a világ megismerhetőségét, a világ anyagi egységét.

Minden problémát azonban mégsem lehet az űrhajózás témakörén belül megoldani és ezért el kellett kerülni azt a veszélyt, hogy egyéb nem-kevésbé fontos témájú csillagászati előadások háttérbe szoruljanak. A tematika módosítás eredménye volt, hogy 1962-ben az űrhajózási előadások száma 46 %-ot tett ki, a többi előadások zöme pedig mint az alábbiak mutatják, az általános műveltség és a világnézeti szempontból fontos csillagászati témákra esett. A leggyakoribb témák voltak:

	előadás	város	falu
Naprendszer, bolygók	207	145	62
Föld, Föld helyzete	97	40	57
A csillagos ég	183	87	96
Világmindenség szerkezete	143	89	54
A Naprendszer kialakulása	118	67	51
A Hold	65	50	15
Van-e élet más égitesteken	61	40	21
Legenda és valóság a csillagos égről	76	17	59
Csillagkozmozgónia	73	32	41

Örvendetes, hogy a kozmogóniai előadások is ezen leggyakoribb témák között szerepelnek, bár számuk az összes előadásoknak még mindig csak 6 %-a. (Az űrhajózáson kívüli csillagászati előadásoknak 10 %-a.)

Az űrhajózási és csillagászati előadások között a helyes arányt természetesen nem az űrhajózási előadások számának csökkentésével, hanem a csillagászati előadások számának növelésével kell biztosítani. 1962-ben

összesen 3285 előadás hangzott el, ami kb. annyi (12-vel kevesebb) mint az 1961. évi előadások száma.

A szakosztályoknak azt a törekvését, hogy a csillagászati előadások számát növeljék, gyakran nehezíti a rendezőszervek és az alsóbbfokú állami és társadalmi szervek meg nem értése. A csillagászatot nem tekintik oly alapozó tudománynak, mint a fizikát, kémiát, vagy a biológiát, sőt világnézetű nevelőhatásának jelentőségét sem látják eléggé. Pedig a kezdet és vég problémája, az örök fejlődés, az anyag és mozgás elválaszthatatlansága, a világ anyagi egysége legmeggyőzőbben a csillagászat tényeivel világítják meg.

Számos tapasztalat van arra, hogy ahol a csillagászatot szeretők, annak tartalmi érdekességeivel is tisztában levő amatőrcsillagász szervezi az előadásokat, könnyű szerrel össze lehet hozni 300–400 főnyi hallgatóságot, ahol viszont egy újsághirdetéssel oldják meg a szervezést, neves központi előadók is csak 20–30 ember számára tartanak előadást.

A szervezés megjavítása mellett éppen ilyen fontos a tartalmasabb, vonzóbb, nevelőbb hatású, az emberekhez közelebb álló témákat felölelő előadástematika kialakítása. Előadásainknak állandó témája pl. a Föld világmindenségbeni helyzete. Elmondjuk, hogy a Föld nem kiváltságos központi helye a Világegyetemnek, a Naprendszerrel együtt egy nagyobb egységbe, a Tejútrendszerbe illeszkedik, mely csak egyike a számtalan hozzá hasonló nagy csillagrendszernek. Legtöbbször azonban megállunk ennél a statikus szemléletnél és elsikkad a Föld helyzetének dinamikus bemutatása, vagyis az, hogy a Földet ezer és ezer fizikai kapocs fűzi a Világegyetemhez, képletesen szólva benne él a Világegyetem vérkeringésében s ez szabja meg az ember életének fizikai feltételeit.

Másik példa lehetne, hogy a kozmogóniai előadások nagyobb része (118) foglalkozik a Naprendszer kialakulásával és csak kisebb hányada (76) a csillagkozmozgóniával. Ezen azért kellene változtatnunk, mert a Naprendszer keletkezésére vonatkozó tudásunk nem bizonyított tény, hanem csak elmélet. Az erről szóló egyedi előadás ezért kevés pozitívumot ad a hallgatóságnak. Az ilyen előadásoknak előadássorozatokban van a helye, más témájú csillagászati és a Föld további fejlődését bemutató geológiai előadások között. A csillagkozmozgónia viszont megfigyelési tényekre építhető, s tekintettel arra, hogy a kormeghatározások egyik módszere a csillagok energiatermelésén alapszik, itt is vázolhatjuk, hogy a Nap önmagát vezérlő atomerőmű és ezt akarjuk utánózni itt a Földön, ami mindennapi életünk gondjai közelségébe hozza a csillagászatot, másrészt a csillagok folyamatos és napjainkban is történő keletkezése szemlélteti a Világegyetem örök fejlődését és cáfolja a teremtett világba vetett hitet.

Tematikánk hiányossága az is, hogy a mesterséges égitestekkel elért tudományos eredményekről szólva belebonyolódunk a szakmai részletekbe. Tudományos szempontból rendkívüli fontosságúak a légkör új modelljei, a Van Allen övek, illetve a magnetoszféra, a Vénusz mágneses terének problémája, de a laikus közönség, aki először hall ezekről, magától távol állónak érzi ezeket az eredményeket. Nem dolgoztattunk ki ezért nagy számban, nem is tartottunk viszont olyan előadásokat, melyek a minden embert érdeklő, gyakorlati eredményeket mutatják be, nevezetesen, hogy a mete-

orológiai mesterséges holdak segítségével előre lehet jelezni a tájfunokat, elhárítva az anyagi károk egy részét és megóva az emberek életét, hogy a híradástechnikai mesterséges holdakkal lehet megoldani az egész Földre kiterjedő televíziós vételt és meg lehet takarítani a tengeralatti kábelek milliárdos költségeit, hogy a mesterséges holdak mozgásának vizsgálata felhasználható a nyersanyagkutatásokban. E gyakorlati eredmények alkalmazásak arra is, hogy rámutassunk a nemzetközi kooperáció szükségességére, a természettudományos technikai fejlődés korlátlan lehetőségeire, a szocialista társadalom fölényére.

Tartalmi munkánkban nagyobb gondot kell fordítani az ellenséges nézetekkel szembeni harcra, ideértve az asztrológiát is. Az utóbbi években feltűnően sok asztrológiai tévtannal találkozunk. Illegális tanfolyamokon horoszkópkészítőket képeznek ki, akik pénzért szédítik a hiszékeny embereket és tájékozatlanságból olykor a hatóságok is kesztyűs kézzel bánnak az ilyen szélhámosokkal. Nemcsak éppen a Tudomány és csillagjósolás c. előadás alkalmas az asztrológia cáfolására, hanem minden alkalmat meg kell ragadnunk más előadásoknál is annak tudatosítására, hogy a Világegyetem jelenségeinek kikutatható fizikai oka van.

1964. február 15-én lesz Galilei születésének 400 éves évfordulója. Szakosztályainknak méltóképpen fel kell készülni a jubileum megünneplésére. Reprezentatív nagy előadásokat más szervek is rendeznek majd, a szakosztályok legjobban úgy vehetnek részt ebben, ha a mindennapi előadáspropagandában fejtik ki Galilei tanításából azt, ami most is nélkülözhetetlen formálója természettudományos világképünknek.

Az MSZMP VIII. Pártkongresszusának határozatai is megállapították, hogy mind a világnézeti nevelésben, mind az általános és szakműveltség fejlesztésében nagy haladást hoztak az összefüggő tematikával, meghatározott nevelési céllal, állandó hallgatósággal működő munkás és tsz akadémiai.

A csillagászati ismeretterjesztés területén ez a fejlettebb ismeretterjesztési forma azonban még nem bontakozott ki eléggé. Az 1962-ben megtartott 3285 előadásból mindössze 166 előadás esik a munkásakadémiákra (ebből is 78 Budapesten hangzott el), a tsz akadémiákon pedig 60 csillagászati előadást tartottak.

A budapesti szakosztályok példáját kell követni, ahol természettudományi munkásakadémiákat szerveztek. Három ilyen sorozatuk volt, egy tisztán csillagászati és két más természettudományi ágakkal és filozófiával vegyes sorozat. 14 budapesti üzemben mentek e sorozatok.

A munkás- és tsz akadémiai mellett meg kell találni a csillagászati ismeretterjesztés sajátos formáit is.

Egyik ilyen már bevált forma csillagászati előadásorozatok rendezése az Uránia csillagvizsgálókban, szintén összefüggő tematikával és lehetőleg állandó közönséggel.

A budapesti Uránia minden évben két ilyen sorozatot rendez 10–10 előadással. A megyei Urániáknál Miskolc és Székesfehérvár kivételével azonban ez még nem vált általánossá, holott éppen egyik fő program-pontjának kellene lenni az Urániák munkájának.

Az előadássorozatokon kívül csillagászati filmankétek, kérdezz-felelek estek, derült időben esti séták lehetnének pl. az ismeretterjesztés újabb formái.

Szakosztályi élet és előadói tevékenység

A szakosztályi élet fejlesztése, az előadók felkészítése terén a budapesti és a debreceni szakosztály ért el jelentős eredményeket.

Budapesten a szakosztály vezetősége igen aktív, minden tekintetben irányítója a klubvitákra, filmankétekra, mintaelőadásokra, konferenciákra kiterjedő sokoldalú munkának. Debrecenben a társadalmi vezetés az előadók felkészítésén és ellenőrzésén túlmenőleg a bemutatások és előadásokra felkérés adminisztratív teendőit is ellátja.

A Bács megyei szakosztály előadói a falusi lakosság körében végeztek eredményes munkát, és úgy tapasztalták, hogy faluhelyen igen nagy az érdeklődés a csillagászati és űrhajózási előadások iránt.

Borsod megyében az erők jelentős részét az új csillagvizsgáló létesítésére összpontosították, emellett 1962-ben 447 csillagászati és űrhajózási előadást tartottak, amelyeken összesen 27 095 hallgató vett részt.

A Pest megyei szakosztály 1962 nyarán a MEDOSZ hatáskörébe tartozó erdőgazdaságokban és állami gazdaságokban több, előadással egybekötött távcsöves bemutatást tartott, melyek során sok esetben szinte nem is akarták elengedni az előadókat, egyre újabb tájékoztatást és magyarázatot kérve tőle. Kaposváron a munkásakadémiai sorozatban, a Nők akadémiáján nagy sikere volt az „Ember a világűrben” c. előadásnak. A három műszak részére rendezett egy-egy előadás hallgatói létszáma elérte a 100 főt.

Az összevont megyei szakosztályok munkáját erősen gátolja a tagság csekély létszáma és hogy a 8—10 szakosztályi tag is szétszórtnan működik a megye területén. Egyes példák azonban azt bizonyítják, hogy vidéki városainkban jelentős eredményeket lehet elérni. 1962 márciusában megalakult keszthelyi járási szakosztálynak 30 aktív tagja van. 1962. március 28. és 1963. május 1. közötti időszakban a szakosztály tagjai 58 előadást tartottak a város és járás területén. A hallgatók létszáma összesen 3027 volt. Felajánlották, hogy segítséget nyújtanak a szomszédos járásokban beindítandó szakosztályi munkához és a szabadegyetemi előadások megszervezéséhez. A veszprémmegyei fűzfőgyártelepi csillagászati szakkör taglétszáma 28 fő, akik közül 9 fő már az előadói vizsgát is letette. Beneze Sándort, a fűzfőgyártelepi szakkör vezetőjét a Társulat Országos Elnöksége oklevéllel jutalmazta.

Biztató jelnek látszik, hogy az elmúlt évben több csillagászati szakkör alakult. A már említett Fűzfőgyártelepen kívül állandó szakkör működik a budapesti Urániában, Baján, Kaposvárott, Egerben, Miskolcon, Szegeden, Nyíregyházán és Pécsen. A szakkörökből igen sok értékes tagot kapnak a szakosztályok az ismeretterjesztő munka számára. Győrött is már több éve működik a Vagongyár csillagászati szakköre, melynek több tagja jó felkészültségű amatőr csillagász és hajlandó volna az ottani csillagászati szakosztályban közreműködni.

Előadói konferenciák és klubestek

A budapesti csillagászati és űrhajózási szakosztály által a Kossuth klubban rendezett klubestek:

1962 május 22	Tanulmányúton Olaszországban (dr. Almár Iván)
október 16	Beszámoló a XIII. Nemzetközi Asztronautikai Kongresszusról (dr. Almár Iván, Nagy Ernő, Nagy István György)
november 13	Látzat és valóság (Bellai László)
december 4	Szerves vegyületek keletkezése a Földön az élet megjelenése előtt (dr. Kajtár Márton)
december 14	A marskutatók újabb eredményei (V. V. Saronov)
1963 január 23	A csillagászat világnézeti problémái (Róka Gedeon)
február 1	A relativitáselmélet és a kozmikus repülések (M. F. Sirokov)
február 20	Természettudományos tárgykörű munkásakadémiák hatásának felmérése (dr. Pallos Emil)
március 19	Filmankét a csillagászati és űrhajózási témájú
és április 13	ismeretterjesztő filmekről (dr. Almár Iván)

A METESZ asztronautikai szakosztályával közös rendezésben a Technika Házában:

1962 május 25	A Szovjetunió eredményei a kozmikus térség meghódításában (Wl. Geisler és V. J. Jezerszkij)
---------------	---

1962. aug. 17-én előadói konferenciát rendeztek a Vosztok-3 és Vosztok-4 páros űrrepülése alkalmával.

Békés megyében „Az űrhajózás biológiai problémái” témakörből rendeztek előadói konferenciát, melyen a csillagászati szakosztály tagjain kívül más szakosztályok tagjai is részt vettek. A világnézet kialakítása és a csillagászat tudománya, valamint az űrhajózás időszerű kérdései tárgyú előadói konferenciát központi előadóval, Ponori Thewrewk Auréllal, illetve ifj. Bartha Lajossal rendezték.

A Borsod megyei szakosztály negyedévenként rendszeresen tartott előadói konferenciákat, melyeken a csillagászati ismeretterjesztés világnézeti és módszertani problémáit, valamint az űrkutatás legújabb eredményeit vitatták meg. A konferenciák központi előadói dr. Detre László, Gauser Károly, dr. Kulin György, Nagy Ernő és Róka Gedeon, a helyi szakosztályból pedig Apostol Ince, dr. Szabó Gyula és Tóth Kálmán voltak.

Székesfehérvárott 1962. december 9-én rendezett előadói konferencián Kulin György az űrhajózás égi mechanikai problémáiról, Róka Gedeon pedig a kozmogóniai témájú előadások módszertani kérdéseiről tartott előadást.

A TIT Győr városi szervezete 1963 áprilisában több szakcsoport bevonásával, „Az űrhajózás időszerű kérdései” címmel rendezett előadói konferenciát dr. Echter Tibor, dr. Kulin György és Nagy Ernő közreműködésével.

A komáromi járási szervezet 1962. november 29-én rendezett előadói konferencián Kulin György tartott előadást a csillagászat új eljárásairól és eredményeiről.

A Hajdú megyei csillagászati szakosztály elnöke dr. Dezső Loránt a Szabolcs-Szatmár megyei csillagászati szakosztály patronálásának keretében a nyíregyházi csillagászati szakköri tagok részére konferenciát tartott.

A Heves megyei szakosztály 1962. aug. 28–29-én szervezett előadói konferenciát, melynek résztvevői 5 szakmai és 1 módszertani előadást



7. ábra. A keszthelyi járási csillagászati és űrhajózási szakosztály néhány tagja. Balról jobbra: Kiss Jenő tanár, Kulcsár Zoltán adjunktus, dr. Réthelyi Jenő főorvos, dr. Nagy Zsigmond mérnök, dr. Ihász Imre vegyész

hallottak, majd részt vettek távcsöves bemutatáson és megismerkedtek a távcső kezelésével.

Nógrád megyében „Az űrhajózás technikai kérdései” c. témát vitatták meg az előadók.

A Pest megyei szervezet 1962-ben 5 csillagászati-űrhajózási tárgyú előadói konferenciát rendezett, összesen 165 fő részvételével. A június 29-i budapesti konferencián a távcső kezelésével is foglalkoztak, Sinka József pedig november 27-én Aszódon az űrhajózás kérdéseiről tartott az előadókkal megbeszélést.

Szolnokon 1963. május 25-én rendezett csillagászati klubdelutánon dr. Kulin György és Róka Gedeon tartottak előadást, „Az űrhajózás aktuális kérdései” illetve „Miből keletkeznek a csillagok” címmel.

Klubesteket és előadói konferenciákat nem rendeztek Bács, Csongrád, Somogy, Tolna, Vas, Veszprém és Zala megyékben.

szeptember 4-én ifj. Bartha Lajos: Égitest lett a Föld

Film: Tudomány és technika

szeptember 5-én Marx György: A fizika és csillagászat kapcsolata

Film: Kicsi a bors, de erős (tranzisztorok)

szeptember 6-án Róka Gedeon: Ismereteink kozmikus jellege

Film: A Világmindenség hangja

szeptember 7-én Almár Iván: Új problémák, új eszközök a csillagászatban

Film: Gondolkodó gépek (kibernetika)

szeptember 8-án Kulin György: Csillagászat és kultúránk

Film: A jövő fénye

A világvége

Az előadásokra váltott jegy, ugyanaz nap az Uránia Csillagvizsgáló távcsöves bemutatásán részvételre is érvényes volt. Az előadásokat igen nagy érdeklődés kísérte, a Kossuth-klub előadóterme több esetben szűknek bizonyult a megjelent hallgatóság befogadására.

A Fejér megyei szervezet csillagászati szakosztálya a székesfehérvári József Attila gimnázium fizikai előadótermében az alábbi előadásokat tartotta meg:

szeptember 24-én Harza László: A fizika és csillagászat kapcsolata

szeptember 25-én Kulin György: Ismereteink kozmikus jellege

szeptember 26-án Torma Károly: Új problémák, új eszközök a csillagászatban

Békés megyében a Csillagászati Héten Békéscsabán, Gyulán és Orosházán rendeztek csillagászati témájú előadásokat, melyek iránt jelentős érdeklődés nyilvánult meg. Az előadás során még sötétedés előtt felállították a hordozható távcsövet, ami nagy mértékben hozzájárult a bemutatás sikeréhez. Az előadások programja:

szeptember 4-én Orosházán Szili Árpád: A fizika és csillagászat kapcsolata

szeptember 5-én Gyulán, Szili Árpád: Új problémák, új eszközök a csillagászatban

szeptember 7-én Békéscsabán, ifj. Bartha Lajos (budapesti Uránia): Égitest lett a Föld

Kecskeméten három alkalommal tartottak előadást. A „Mit ad a csillagászat a ma emberének” c. témáról három előadó beszélt, az egyik csillagászati, a másik földrajzi, a harmadik pedig orvosi szempontból. Az előadásnak ez a komplex formája, továbbá a film és csillagászati bemutatás sok érdeklődőt vonzott, a közönség száma előadásonként gyarapodott. Felnőttek és diákok szívesen eljöttek, mert sok érdekességre tarthattak számot és nem is csalódtak.

A Baranya megyei szervezet csillagászati-matematikai szakosztálya a Csillagászati Hetet okt. 1-től okt. 6-ig Pécsen rendezte meg. Az előadás-sorozat programja a következő volt:

október 1-én Székely Jenő: Ismerkedés a csillagászzal

október 2-án Göres László: A Világegyetem megismerésének új útjai

október 3-án Litz József: Az elemek és a Naprendszer kora
 október 4-én Hegyei Gábor: A Nap korpuszkuális sugárzása
 október 5-én Kiss Miklós: Vannak-e értelmes lények a világűr más
 bolygóin
 október 6-án Tóth László: Az űrkutatás legújabb eredményei

A Heves megyei Csillagászati Hét előadásai Egerben, Gyöngyösön,
 és Hatvanban zajlottak le:

szeptember 3-án Gyöngyösön Zétényi Endre: Séta a Tejúton
 szeptember 4-én Gyöngyösön Rónai Kálmán: Útban a csillagok felé
 szeptember 6-án Hatvanban Suba János: Van-e élet a Földön kívül
 szeptember 7-én Hatvanban Kiss István: Útban a világűr felé
 szeptember 7-én Egerben Udvarhelyi Károly: A Naprendszer kelet-
 kezése
 szeptember 8-án Egerben Darvas Andor: A naptevékenység földi
 hatásai

Az itteni tapasztalatok azt mutatták, hogy az előadások legfőbb propa-
 gálója a távcsöves bemutatás. A gyöngyösi előadás kezdetére 5 hallgató
 jelent meg. Ekkor kivitték a távcsövet a város főterére. Százak szerettek
 volna a távcső közelébe férkőzni. A távcsöves bemutatás befejeztével az
 érdeklődőket meghívták a Művelődési Házba, ahol már 40 fő hallgatta meg
 a Séta a Tejúton c. előadást.

Sikeres volt a Zala megyei Csillagászati Hét, melynek keretében néhány
 üzemben és több községben négy előadásból álló előadásprogramot rendeztek
 a következő témákból: A Naprendszer kialakulása, Lehetőséges-e élet a
 Földön kívül, Megfigyelések a csillagos égbolton, Űrhajózás ma és holnap.

A Borsod megyei Csillagászati Hét szerényebb keretek között folyt le,
 mint az előző években. Az új Csillagvizsgáló építése miatt az előadások súly-
 pontját a járási székhelyekre helyezték át. Miskolcon a Csillagászati Héten
 — az régi szokástól eltérően — csak három előadást tartottak a szakosztály
 tagjai, ezzel szemben minden járási székhely Művelődési Házában egy
 nagyobb szabású, jól előké-
 szített, sikeres előadást köny-
 velhettek el.

Új Uránia szervezése

A múlt évi Évkönyvben
 megjelent beszámolóik óta is-
 mért gyarapodott a TIT Urá-
 nia bemutató csillagvizsgálói-
 nak száma. 1962. november
 7-én avatták fel a szolnoki
 Uránia Csillagvizsgálót, mely
 a Szolnoki Cukorgyár támo-
 gatásával és az üzem dol-



9. ábra. A tiszapalkonyai Erőmű Vállalat TTK
 Gépműhely dolgozói, akik a 30 és 40 cm-es távcső mecha-
 nikáját társadalmi munkában készítették

gozóinak segítségével hosszú évek huza-vonája után végre tető alá került. Főműszere Hernádi Károly tervei szerint készült 30 cm objektív átmérőjű coude szerelésű távcső. Az izléses, hatszögletű alapú forgatható félgömb kupola 5 m belső átmérővel Orgoványi János tervei szerint készült. Jelenleg építés alatt van egy 10 cm objektív átmérőjűre tervezett 1 : 12-es nyílászviszonyú fényképező távcső, mely parallel szerelésű lesz a nagy távcsővel és egy 6 × 9-es Voigtlander fényképezőgéppel.



10. ábra. A 30 és 40 cm-es távcső szállítását előtti Tiszapalkonyán

A csillagvizsgáló szervezése és létesítése érdekében kifejtett áldozatkész munkájuk elismerésül Dankó Bélát és Tokody Lajost a Társulat Országos Elnöksége társulati oklevéllel tüntette ki.

A szolnoki Uránia ünnepélyes felavatásakor a szakosztály csillagászati vándorgyűlést rendezett, melyen dr. Kulin György és Róka Gedeon tartottak előadást.

A Borsod megyei szakosztály az 1963. évi Csillagászati Hétre tervezi a diósgyőri toronyház tetején létesült új Csillagvizsgáló felavatását.

Uránia csillagvizsgáló működik jelenleg Budapesten, Miskolcon, Székesfehérvárott, Zalaegerszegen és Szolnokon. Debrecenben a MTA ottani Napfizikai Observatóriuma, Győrött a Vagongyár csillagászati szakköre, Baján és Szombathelyen a városi tanács csillagvizsgáló intézete tart a nagyközönség részére távcsöves bemutatókat.

Uránia létesítése folyamatosan van Békéscsabán, Kaposvárott, Keszthelyen, Nyíregyházán és Szekszárdon. A tiszapalkonyai Erőmű Vállalat TMK Gépműhely dolgozói társadalmi munkában elkészítették egy 30 és

egy 40 cm-es távcső mechanikáját. A távcsöveket optikával a budapesti Uránia szereli fel. Az egyik műszer Tiszapalkonyán, a másik pedig a TIT valamelyik vidéki Urániájában kerül felállításra.

Az egri Uránia működése a Líceum toronyépületének felújítása, a szegedi a távcső javítása, a kalocsai pedig vezető hiányában szünetel.

A kalocsai gimnázium igazgatója felajánlotta, hogy hajlandó egy csillagászatot is hallgatott földrajz vagy fizika szakos tanárt fél óraszámban alkalmazni, aki munkaidejének másik felében a csillagda vezetőjének teendőit látná el. A végzett és most végző egyetemisták között erre az állásra azonban jelentkező még nem akadt.

A budapesti Uránia részben ellátja a Pest megyei feladatokat is, mert vidéki iskolák is gyakran felkeresik. Urániák létesítésére azonban még csak tervek sincsenek Salgótarjánban, Tatabányán és Veszprémben.

Szemléltetés

Dr. Zétényi Endre a Heves megyei szakosztály elnökhelyettese az égi koordinátákat és a Föld precessziós mozgását szemléltető eszközzel díjat nyert az országos szemléltetési pályázaton. A bíráló bizottság az eszközt elsősorban az Urániákban való használatra találta alkalmasnak.

Több megyei szervezet jelentette be igényét hordozható távcsőre. Az ilyen kis távcső a szemléltetésnél is jobb szolgálatot tesz az előzetes propaganda szempontjából. Központi juttatás útján azonban ez az igény nem elégíthető ki, így a megyei elnökségeknek kell szorgalmazni a távcső beszerzési árának biztosítását helyi erőforrásokból.

A Budapesti Filmstúdió megkezdte az „Feltárul az ég”, továbbá „A mi csillagunk a Nap” és a „Színes csillagvilág” c. ismeretterjesztő csillagászati filmek forgatását.

KULIN GYÖRGY:

**A TUDOMÁNYOS ISMERETTERJESZTŐ TÁRSULAT
URÁNIA BEMUTATÓ CSILLAGVIZSGÁLÓINAK MŰKÖDÉSÉRŐL
(1962 MÁJUS 1—1963 ÁPRILIS 30-IG).**

BUDAPEST

A Budapesti Uránia Csillagvizsgáló 1963-tól az Országos Központ irányítása alá került. Feladata megnövekedett, mert az ország egész területén működő és létesítendő Bemutató Csillagvizsgálók és szakkörök munkájának ellenőrzése és irányítása is reá hárul. Az eszközök, amelyek a szervezett munkát elősegítenék — írásos anyag, szakköri útmutató kiadása — még szervezés alatt vannak. Jelenleg az országos munkát levelezés és helyszíni kiszállások útján valósíthatjuk meg.

1. Mindennapos bemutatók

Az Uránia fennállása óta minden derült este nyitva áll az érdeklődő egyének és csoportok számára. A csoportok túlnyomó része az iskolákból került ki, beleértve az esti tagozat hallgatóit is. Üzemek szervezett formában kevés alkalommal keresték fel az Urániát.

A legnagyobb látogatottság a holdas estékre esett. Egyéb alkalmakkor a bolygókat, kettőscsillagokat és csillaghalmazokat mutattuk be. Látványos üstökös az elmúlt időszakban nem volt.

2. Csütörtöki sorozat

A beszámolási időszakra esik az 1962. évi őszi és az 1963. évi tavaszi sorozat. Ezeknek előadói és témái a következők voltak: 1962. okt. 18—dec. 20-ig tartó őszi sorozaton: Róka Gedeon: A Világegyetem harmóniája. Dr. Horváth Árpád: Régi emberek, régi műszerek. Gauser Károly: A csillagászat színei. Szimán Oszkár: A csillagkozmozgónia kísérleti alapjai. Ifj. Bartha Lajos: A kozmikus sugárzás csillagászati szemmel. Dr. Berkes Zoltán: Változik-e a Föld éghajlata? Dr. Károlyházi Frigyes: A Világ-mindenség építőkövei. Dr. Kulin György: A mesterséges égitestek mozgástörvényei. Ill Márton: Szputnyiklesen. Ponori Thewrewk Aurél: Csillagászati tévedések. Az 1963. évi tavaszi sorozat programja március 26—június 6-ig: Róka Gedeon: Miből keletkeznek a csillagok? Ifj. Bartha Lajos: Életnyomok a meteoritokban? Dr. Szepesi Dezső: Mesterséges holdak alkalmazása a meteorológiában. Dr. Flórián Endre: A jövő híradástechnikája.

Dr. Balázs Béla: Az MTA új pizskéstetői Obszervatóriuma. Ponori Thewrewk Aurél: A görög csillagászat. Ifj. Bartha Lajos: Új eszközök a csillagászatban. Dr. Almár Iván: Fényességmérés a csillagászatban. Dr. Kulin György: A sugárzásokról. Dr. Dezső Loránt: A napfolt kutatás hazai eredményei.

Valamennyi előadás után a hallgatóság által feltett kérdésekre az előadók válaszoltak.

3. Filmvetítés

A csoportos látogatások alkalmával az előadás és a bemutatás között csillagászati filmeket vetített Nagy Ferenc gondnok, aki a különböző szervektől szerzett természettudományos kisfilmeket vasárnaponként is bemutatta az érdeklődőknek.

4. Uránián kívül tartott előadások

Az Uránia munkatársai közül számosan tartottak Budapesten az üzemekben, Munkásakadémiákon, a Szabadegyetemen, vidéken a kultúrotthonokban és Tsz akadémiákon előadásokat. A legtöbb megbízást külső előadások tartására ifj. Bartha Lajos, Gauser Károly, Dr. Kulin György, Nemecsek Adolf, Ponori Thewrewk Aurél, Róka Gedeon, Schalk Gyula és Szécsy Ilona kapták.

5. Egyéb ismeretterjesztő munkák

Munkatársaink közül a Rádióban és a Televízióban több alkalommal szerepeltek ifj. Bartha Lajos, Dr. Kulin György, Ponori Thewrewk Aurél és Róka Gedeon.

Az Élet és Tudomány szerkesztésében Ponori és Kulin vettek részt. Munkatársaink számos cikket írtak a különböző folyóiratokba. Megjelent Gauser—Sztróckay: Az ember és a csillagok c. könyv. Telefonszolgálatunk igen sok esetben adott felvilágosítást az Intézetől kért szakmai kérdésekre.

Az Uránia ismeretterjesztő munkájában nagy szerepe van a levelezőszolgálatnak. Az ország minden részéről beérkező kérdésekre adunk szakszerű választ.

6. Citadellai és Vörmezői Bemutató

A Budapesti Idegenforgalmi Hivatallal kötött szerződésünk értelmében a Citadellán, a Szabadság-szobor közelében bemutató részlegünk működik május 1—október 31-ig. Nappal több távesővel a városi panorámát mutatjuk be, este égitest bemutatásokat tartunk. A bemutató telep de. 10-től este



11. ábra. A budapesti Uránia vörmezői Városi Bemutatójának kupoldja (Ion Corvin Singeorzun, Bukarest, felvétele)

22 óráig üzemel. Különösképpen az esti bemutatók nagymértékben kiszélesítették az Uránia munkáját. A félév alatt itt több tízezer ember fordul meg és néz be a távcsövekbe. Igen jó alkalom lenne ez a csillagászati írásos anyag terjesztésére, minthogy a látogatók között sok az amatőr csillagász.

A Vérmezőn a Déli pályaudvar közelében áll a Várcsi Bemutatónk, amely derült estéken az égitestek bemutására szolgál. A napi néhány órás bemutató ellenére is félév alatt több mint 8000 látogató fordult itt meg. Itt kizárólag csillagászati bemutásokat tartunk. A vérmezői kupola minijára az országban már több kupola készült.

7. Szakköri munka

Az Urániában kéthetenként állandó szakkör működik. 30—40 fő jelenik meg egy-egy foglalkozáson. A tagok száma ennél jóval több. A szakköri vezető Ponori Thewrewk Aurél. A szakkör mindegyikén két szakköri tag tart kiselőadást az általa választott témából, amit a hallgatóság és a vezetőség megbírá. Főként ifj. Bartha Lajos minden alkalommal elmondja a csillagászati újdonságokat. A szakköri munkánk igen eleven és példaképpül szolgálhat minden alakuló szakkör számára.

Az elmúlt évben tartott szakkörvezetőképző tanfolyam eredményeként Rosta Zoltán és Tuboly Imréné vezet külső szakkört. Az Uránia patronálja a Hámán Kató úti Úttörőház alakuló csillagászati szakkörét. Az Úttörőház 20 cm átmérőjű coudé-rendszerű bemutató távcsöve az Uránia műhelyében elkészült s a megépített ízléses kupolában rövidesen helyére is kerül.

A budapesti szakkör számos vidéki szakkör munkájához nyújt segítséget.

A szakköri tagok egyrésze bekapcsolódik az Uránia sokirányú munkájába.

8. Csillagászati megfigyelések. Tudományos munka

Az Uránia megfigyelő munkájában több új munkatárs is részt vett, a régiek közül többen egyetemi és hivatali elfoglaltságuk miatt kevesebb időt fordíthattak a munkákra. A megfigyelő munka vezetője ifj. Bartha Lajos. Az alábbi adatok az ő beszámolójából származnak. Munkatársak voltak: Balassi Margit, Barcza Szabolcs, ifj. Bartha Lajos, P. Boleszny Mária, Drahos Dezső, Gellért András, Habán Ildikó, Hufnágel Lenke, Hegyessy Péter, Jáger Tamás, Licskó Ildikó, Munkácsy Károly, Moisés János, Ponori Th. Aurél, Sarkadi Nagy István, Schalk Gyula, Szalay Mihály, Székely Csaba.

1. *Napészlelések.* Székely Csaba 1962 nyarán végzett megfigyelésein kívül nem folyt rendszeres munka. A Kalocsai Obszervatóriumban működő szakkör és a jószaftói Barlangkutató Állomás napészleléseit feldolgozásra rendszeresen megkaptuk.

2. *Holdészlelések.* Bartha 33 alkalommal figyelte a hamuszürke fényben világító krátereket és foltokat. Befejeztük a Mare Crisiumban általunk talált folt megfigyelését s az értékelést Bartha Balassival együtt végezte.

3. *Bolygóészlelések* a) Merkúr. A bolygó felszínére vonatkozó rajzaink jó egyezést mutatnak a német és angol megfigyelésekkel. Vulamennyi Morkur megfigyelést Bartha végezte.

b) Venus. Az 1962-es kedvezőtlen elongáció idején is sikerült Barthának a pólusfoltokat észlelni. Néhány esetben Bartha és Balassi sötét foltokat is megfigyelt. Boleszny szerint a dichotomia integrált fényben 7 nappal, kék szűrővel 3 nappal későbbben következett be 1962-ben. Az 1963-as nyugati elongáció idején Sarkadi szerint a dichotomia 8 nappal korábban következett be a számítotttnál.

c) Mars. Az 1963-as oppozíció idején jó marslégköri átlátszóság mellett Bartha, P. Boleszny, Barcza, Drahos és Jáger 33 megfigyelést tettek. Bartha Dr. Sandner müncheni észleléssel megegyezésben egy észak-dél irányú sávot talált a Mars 120° -os hosszúsági körén. E foltot 1905-ben látta Pickering, majd 50 esztendő után látták először ismét s azóta most ismét erősen mutatkozott. Egy alkalommal Bartha erős ködsapkát látott a déli pólus fölött, amikor a hósapka az északi pólust fedte.

d) Jupiter. 1962 folyamán Bartha, Barcza, P. Boleszny, Drahos, Jáger, Habán és Székely 137 észlelést végzett. Értékes adatokat küldött be Szabó Ferenc amatőr csillagász. A megfigyelések a müncheni bolygóészlelő csoporttal kooperációban történtek. 1962. szept. 26-án Bartha és Habán egy rendellenes alakú, észak-déli irányú sötét csíkot (Jupiter híd) észlelt, amely a déli egyenlítői sávból (SEB) nyúlt ki a déli mérsékelt sáv (STB) felé. Mint később kiderült, e sávot 24-én amerikai, 25-én német megfigyelők már látták. A legrészletesebb adatokat azonban az Uránia gyűjtötte össze. A „híd” forgásideje 9^h54^m volt a régió 9^h55^m -es forgásával szemben.

Érdekes volt a nagy Vörös Folt mozgása is. Intenzívebb volt, mint az előző években. A folt helyzetét Bartha és Szabó határozták meg s az adatokat Szalay dolgozta fel. Eszerint a Vörös Folt (GRF) a Jupiter II forgási rendszerében a 11-es hosszúsági körről a 18-asra hátrált. A foltban világosabb és sötétebb foltok voltak láthatók.

e) Saturnus. 11 esetben figyelte meg Bartha és észlelte az északi fő felhősáv szétválását. A gyűrűn 8 esetben figyelt meg rendellenes árnyékjelenséget.

f) Uranus. Bartha és Licskó fényességméréseket végzett. Az 1963-as megfigyelések szerint a felületi részletek hasonlóak lehetnek itt is, mint a Jupiteren és Saturnuson.

4. Űstökösök

A Humason 1961e űstököst Bartha, Jáger és Székely 5 esetben észlelték s fényességét a számítotttnál nagyobbak találták.

Az Ikeya 1963a űstökös fényességét Bartha és Hufnágel 13 esetben mérték. Bartha és P. Boleszny meghatározták a Humason és az Ikeya űstökös paramétereit.

5. Változócsillagok

Főként az RV Tauri típusú változókról Bartha, Barcza, Drahos, Jáger és Habán 80–80 észlelést végeztek. Az ifjúsági szakkör megfigyelő csoportja gyakorló feladatokat végzett.

A Nova Herculis (1963) Bartha, Hegyessy, Gellért, Maklár és Székely megfigyelései alapján átmenetet mutat a gyors és lassú nővák között.

6. Egyéb

Rádiólaboratórium. A légköri zúgás mérésére szolgáló készüléket tökéletesítette Jáger, Gyarmati János és Pírot Endre.

Okkultáció. A Saturnus kilépését a Hold mögül Bartha, Ponori, Székely, Schalk, Hegyessy és Gellért figyelték.

Tűzgömb. A saját megfigyelés, a felhívásra beküldött 90 észlelés és a Meteorológiai Intézettől kapott 11 adat alapján adatfeldolgozást végeztünk az 1962. nov. 2-i tűzgömbről.

7. Nemzetközi kapcsolatok és publikációk

1962 augusztusában Dr. Wernher Sandner bolygókutató Münchenből, decemberben Dr. Prof. V. V. Saronov, 1963 tavaszán W. Sorgenfrey müncheni amatőr látogatott el hozzánk. 1962 májusában előadást tartott Jezerszkij szovjet professzor. 1963. január végén vendégünk volt M. F. Sirokov szovjet professzor.

Az 1963-as Mars oppozíció megfigyeléseit Jugoszlávia, Csehszlovákia, és az NDK-val kooperációban végezte Bartha megfigyelő csoportja. A Jupiter-észlelések magyar–német kooperációban történtek.

Bartha több cikket és beszámolót küldött a Die Sterne, Sterne und Weltraum, VDS Nachrichtenblatt, a bécsi Astr. Mitteilungen, a Stroiling Astronomer és a Sky and Telescope valamint az IAU Cirkular számára.

1962-ben Bartha az Akadémián tartott Nyugodt Nap Geofizikai Éve nemzetközi ülésén beszámolt a bolygómagnesség vizsgálatokról. 1963-ban pedig a Földrajzi Társulatban az óriásmeteorok földkéregalakító hatásáról számolt be.

8. Statisztika

Az Uránia mindennapos előadásain, a csütörtöki sorozatokon, a szakköri foglalkozásokon, a Citadellai és a vérmezői bemutatásokon a veszámolási időszak alatt 48 500 látogató fordult meg. Ez a szám nyilvánvalóan nem tartalmazza az Uránia munkatársai által tartott külső, budapesti és vidéki előadások hallgatóinak számát.

9. Jubileumi ünnepség

1962. okt. 19-én tartottuk az Uránia fennállásának 15 éves jubileumi ünnepségét, amelyen a Társulat vezetőségének, a Fővárosnak és a Minisztériumnak képviselői voltak hivatalosak. Az ünnepség alkalmával 11 régi Uránia tag: ifj. Bartha Lajos, Bárczi Géza, Jáger Tamás, Király Sarolta, Nagy Ferenc, Nemeček Adolf, Orgoványi János, Piret Endre, Ponori Thewrowk Aurél, Szécsy Iлона és Zs. Szabó Lászlóné, akik az Uránia létrehozásában, illetve 15 éven át tevékenykedtek, a Társulat Országos Elnökségétől elismerő oklevelet kaptak.

10. Személyi ügyek

Az Uránia jelenlegi státusa:

Igazgató: Dr. Kulin György

Igazgatóhelyettes: Ponori Thewrowk Aurél másodállásban

Gondnok: Nagy Ferenc

Tervező mechanikus: Orgoványi János félállásban

Adm. pénztáros: Balassi Margit félállásban.

A Baja Városi Tanács Csillagvizsgáló Intézete a TIT Uránia bemutató csillagvizsgálóinak feladatkörét is ellátja. Az ismeretterjesztést igen aktívan támogató Intézet 1962. április 1–1963. április 1-ig végzett munkájáról ezúttal e helyen is beszámolunk.

Az Intézet fejlesztése a kitűzött céloknak megfelelően a lehetőségekhez képest tovább folyik. A régi épület lebontása részben társadalmi munkával (diákok, honvédség) szeptemberig megtörtént, az új épület építése pedig még októberben megkezdődött. A nagy tél megakadályozta az építés befejezését, így azt 1963 tavaszán folytatták, a beszámolási időszak végén pedig már tető alatt van az előadóteremből, vetítőfülkéből, két vendégszobából és mellékhelyiségből álló új épület. Az új épület lapostetős, a lapostető pedig úgy van kiképezve, hogy a mesterséges hold megfigyelő állomás az épület teljes elkészültekor oda lesz helyezve.

A 2. sz. kupola 1962-ben elkészült, a benne felállítandó 50 cm-es műszer mechanikájának tervezése azonban sajnos a megfelelő szakirodalom beszerzésének nehézségei miatt kissé elkésett, de közvetlen befejezés előtt áll.

Meglevő óráink mellett szükségessé vált egy újabb óra beszerzése. A fotolaboratóriumot továbbfejlesztettük, új Exa II géppel, valamint repro-készülékkel, előhívó órával láttuk el.

Minden olyan napon, melyen az időjárás azt lehetővé tette, naprajzot és felvételeket készítettünk a fotoszféráról. Bevezettük a csillagfedések észlelését, melyet rendszeresen végzünk greenwichi előrejelzések alapján.

Szovjet és amerikai mesterséges holdak észlelésében továbbra is nagyszámú mérést végeztünk, számszerűen 4028-at, többet mint előző években. A mérések pontossága pozícióban: $\pm 2'$, időben: $\pm 0,02$ sec. A TZK észlelő műszer felállítási hibáját csillagpozíció-sorozatok mérésével és számításokkal való összehasonlításával rendszeresen ellenőriztük. A nagyobb pontosságú mérésekre való törekvés ugyanis kontroll-mérések révén felfedte, hogy műszerünk két tengelye nem merőleges egymásra. Az oltérés mértékét sikerült meghatározni (III–Sütő). Sütő a hiba pontosabb meghatározásával, ill. esetleges egyéb hibák vizsgálatával foglalkozott és a nyert korrekciókat táblázatosan felfektetto.



11/a. dbra. A bajai csillagvizsgáló épület 2. sz. kupolája

A fotografikus észlelést egy kis fényerejű és kislátómezejű kamerával megkezdtük és rendszeresen végezzük. Az Ill által javasolt módszer alapján ti. egyidejű TZK-mérésekkel a pozíciók azonosítása könnyen végezhető. A kis fényerő miatt szükséges lenne a film érzékenységet emelni. Erre vonatkozó kísérleteket Ill végezett. Jelenleg előzetes exponálással tudunk némi érzékenységnövekedést elérni. Ez a munka a beszámolási időszak végén még folyik.

Sütő kísérletezett egy 50 kHz-es adó vételével időjelek számára. Bízunk abban, hogy ezzel majd zavartalanabb vételt tudunk elérni, mint rövid-hullámon. Ez a munka is még folyamatban van.

Az 50 cm-es reflektor tervezésével kapcsolatban mindkét munkatárs a tervező rendelkezésére állt.

Az efemeridaszámítást egyszerűsítő szögmérő-vonalzót készítettünk (Ill). Az észlelések időadatainak pontosságát egy újabb fotorelé tervezésével és elkészítésével sikerült 0,01 sec-ra emelni. (Tervezte Ill—Sütő, kivitel Sütő Károly) Így jelenleg a rádió időjeleit tudjuk kronográfra venni, tehát az óra állását nem fül-koincidencia módszerrel végezzük, hanem regisztrálás útján, 0,005 sec pontossággal. Sütő tartalékként egy újabb távirót alakított át kronográfá, valamint egy másikat szintén, amit az Intézet a bautzeni csillagvizsgálónak ajándékozott, hogy INTEROBS méréseik pontosabbak legyenek.

Az INTEROBS keretében szeptemberben nagy mérési kampányt végeztünk, melynek eredményeként olyan mérési sorozatokat nyertünk, melyekből a mesterséges holdak magassága kiszámítható. (Mérések: Ill—Sütő) Az észlelési anyag feldolgozása máris folyamatban van, az első eredmények biztatók. (Ill Márton).

Jelenleg, a beszámolási időszak végén, a szputnyikmegfigyelők 1962 novemberi leningrádi konferenciájának határozata értelmében — a bajai kezdeményezésű — INTEROBS-hálózat kiterjesztésével és újabb mérési kampányok szervezésével kapcsolatos munkák folynak. (Ill). Eddig 9 szovjet, 1 bolgár, 1 román állomás jelentkezett az eddigi résztvevőkön kívül.

Ill a leningrádi konferenciáról írt cikket a megyei lap számára, dr. Almár Ivánnal közösen pedig az Asztroszovjet felkérésére cikket írt az egyidejű szputnyikmegfigyelésekről és felhasználásukról a Bjulletin Sztancii etc. számára; a leningrádi konferencia egy érdekes előadását lefordította a szovjet szputnyikállomások számára. A TIT részére előadás-vázlatot írt a Naprendszerről, az INTEROBS-szal kapcsolatban az összes szocialista állomásnak megküldendő csatlakozási felhívást és INTEROBS-ismertetést írt, a bautzeni csillagvizsgáló kiadványát pedig lektorálta. Az Akadémia szputnyikmegfigyelési albizottságában, mint tag tevékenyen részt vett.

Meglátogatta Intézetünket B. A. Figaro pulkovoii csillagász dr. Almár Iván kíséretében. Ez alkalomból két szemináriumot tartottunk a szputnyikmegfigyelési eredmények redukcijával és kiértékelésével kapcsolatos kérdésekről.

V. V. Saronov professzor, leningrádi csillagász Paál György csillagász kíséretében ugyancsak meglátogatta Intézetünket, mely alkalomból beszámolt Hold- és bolygó kutatásairól.

E. Penzel professzor (Rhodewisch) az INTEROBS soronlevő feladatainak megbeszélésére kereste fel Intézetünket.

Olay Péter matematika-fizika szakos egyetemi hallgató nyáron 4 hetet töltött Intézetünkben bekapcsolódva munkáinkba. Főleg a szputnyik megfigyelés terén dolgozott nagy szorgalommal. A miskolci Uránia munkatársai tapasztalatcsere céljából voltak nálunk.

1962 júniusában Ill részt vett a bautzeni csillagvizsgáló jubileumán és az azzal kapcsolatban rendezett nemzetközi szputnyikmegfigyelő konferencián. Két előadást tartott. (Die Sterne, 1963. 2. sz.) Az IAF XIII. kongresszusán a magyar küldöttség tagjaként részt vett Várnában. A szocialista országok SPU-megfigyelőinek leningrádi konferenciáján került határozatba az INTEROBS-nak a többi szocialista országra való kiterjesztése. Nemzetközi koordinátornak Ill-t bízták meg. Ezen a konferencián határozták el, hogy a bajai szputnyikmegfigyelő állomást NAFA-30/25 kamerával fogja felszerelni az Asztroszovjet.

Égítésbemutatót minden esetben végeztünk, amikor érdeklődők voltak. Ismeretterjesztő előadást minden felkért esetben tartottunk, ezúttal azonban nagyobb számban tsz-ekben és falvakban. (52 előadás). Az idei évben — a munkatársak elfoglaltsága miatt — csak egy szakkör működött. A kalocsai gimnázium szakkörének patronálása részvétlenség miatt nem volt megvalósítható.

Borbás Mihály, az Intézet alapítója 1962. augusztus 20-án kormánykitüntetést kapott.

Borbás Mihály
az Intézet vezetője

EGER

A Líceum torony-teraszának renoválása miatt a csillagászati távcsöves bemutatások egész éven át szüneteltek. Csupán annyi volt a kivétel, hogy a szeptemberi csillagászati hét alkalmával a kis távcsövet a főiskola előtti parkba vittük le, a nagyközönség részére ott végeztük a bemutatásokat, azon a szakkör tagjai tevékenyen részt vettek.

Egyébként is a távcsöves bemutatások hiánya az egész szakköri munkára rányomta bélyegét. Ez a sorkontó alkalom igen hiányzott az elmúlt szakköri évben.

A munkaterv időszakára hármas feladatot tűztünk ki

- a) A csillagászati alapismeretek kiegészítése önképzés, előkészület a csillagászati levelező tanfolyam vizsgájára.
- b) Időszzerű csillagászat események megvitatása.
- c) Távcsöves bemutatások esetleges megfigyelések.



12. ábra. Az egeri csillagászati szakkör

A szakköri előadásokat részben meghívott előadók (néhai Darvas Andor főiskolai igazgatóhelyettes, Vidó Imre tanársegéd), illetve a szakcsoportvezetők tartották. De a szakkör tagjai is tartottak előadást egy-egy szűkebb tárgykörből. Különösen nagy gonddal foglalkoztunk az űrrepülés kérdéseivel, ezeket a problémákat a fizikus kartársak adták elő. Sokat tanulmányoztunk azon vizsgakérdéseket is, amelyek kifejezetten világnézeti elveket hoztak felszínre. A tagság érdeklődése mai nap is igen intenzív, a Mars és a Vénus irányában küldött rakéták közléseinek az értékelése iránt. Ez a kérdés állandóan napirenden van.

Mindent egybevetve célkitűzésünknek csak kétharmadát sikerült végrehajtanunk.

Dr. Zétényi Endre
főiskolai docens

GYŐR

A győri Uránia feladatát ez idő szerint a Wilhelm Pieck Vagon- és Gépgyár Csillagászati Szakkörének bemutató csillagdája látja el, mely a Vagon-gyárhoz tartozik.

A győri W. P. Vagon- és Gépgyár Csillagászati Szakkörének fő célja, hogy a csillagászat iránt érdeklődőket és természetesen a fiatalokat is bevonjuk a csillagászati ismeretterjesztés munkájába és a szakkör vezetésebe. Az úttörő csoportunk szép eredményeket ért el, éppen ezért az országos Választmány által rendezett csillagászati levelező (kezdő) tanfolyamra 14 fő jelentkezett és ezzel is továbbfejlesztik tudásukat.

Győr—Révfülu peremvárosban a Múyer Lajos 12 osztályos iskolában alakítottunk csillagászati szakkört 26 fővel és havonta egy előadót küldünk.

1962. IV. 30—1963. IV. 30-ig végzett munkánk statisztikai adatai:

Szakköri foglalkozás:	37	537 fő
Filmelőadás (csillagászati)	5	126 fő
Bemutató:	8	248 fő
Falunap	6	780 fő
Peremvárosi előadás	4	242 fő
Nagyelőadás (meghívott ea-val)	3	225 fő

Jutalomkirándulás

MTA Nagycenki Geodéziai Intézet, MTA Csillagvizsgáló intézete (Budapest) és a Budapesti Planetárium megtekintése.

A Szakkör egy évre előre meghatározott programmal dolgozik.

Szitter Béla
szakkörvezető

MISKOLC

Beszámolónkat ott kezdjük, ahol az elmúlt évit abbahagytuk: Csillagvizsgálónk ismeretterjesztő munkája és tevékenysége látszólag még 1962-ben is tovább csökkent, de örömmel jelenthetjük, hogy 1963. év elejére túlju-

tottunk a mélypontra, sőt most már — általunk is alig remélt — fejlődés útjára léptünk. Munkánk csökkenésének több oka volt. Ezek közül csak a legnagyobbat említem meg, ez pedig az volt, hogy a miskolci Városi Tanács, a diósgyőr-vasgyári Lenin Kohászati Művek, és a DIMÁVAG Gépgyár támogatásával módunk nyílt arra, hogy egy modern, a mai technikai követelményeknek is mindenben megfelelőbb új csillagvizsgálót hozzassunk létre a diósgyőri toronyház tetején. Emiatt csökkent ismeretterjesztő tevékenységünk, azonban nem állt le, ezzel szemben nőtt, sőt a rendkívüli nehéz feladatok megoldása miatt nagyon sok esetben éjjel-nappali tevékenységgé fokozódott a Csillagvizsgáló építésével és felszerelésével kapcsolatos munkánk. A Csillagvizsgáló összes műszaki berendezésének tervezését, a kivitelezés műszaki irányítását Varga Pál, míg a miskolci intézmények, üzemek szóban és írásban történő társadalmi mozgósítását, a szép ügy érdekében való megnyerését és a patronálás biztosítását dr. Szabó Gyula végezte. Jelenleg úgy állunk, hogy június elsejére az Észak-Magyarországi Építőipari Vállalat — amely szintén a patronáló intézményeink sorába tartozik — kívánságunknak és kérésünknek megfelelően teljesen készen átadja a Csillagvizsgáló épületét.

Ugyanekkor a tudományos megfigyelések ellátásához szükséges szputnyik-távcsövek és műszerek felszerelésével is szeretnénk kész lenni, míg az ismeretterjesztő munkánk ellátásához szükséges távcsövek felállítását szeptember elejére tervezzük.

Az új Csillagvizsgáló avatását is erre az időre, közelebbről az 1963. évi Csillagászati Hétre tervezzük.

A miskolci TIT Uránia Bemutató Csillagvizsgáló életében jelenleg nagy átalakulás megy végbe. Két szép létesítményünk van: egy régi és egy új csillagvizsgáló. A régi csillagvizsgáló előadótermét — a Kilián gimnázium támogatásával — a folyó tanévben nagyobbítottuk, a több légtér nyerése céljából a mennyezetet kb. 60 cm-rel magasztítottuk, ezt padlástérrel rendelkező tetőszerkezettel láttuk el, és a régi korszerűtlen ablakokat szép modern kétszárnyas ablakokkal cseréltük fel. Az előadótermet tanterom-



13. ábra. A miskolci új csillagvizsgáló kupolájának emelése



14. ábra. A miskolci új csillagvizsgáló a diósgyőri toronyház tetején

szerűen egységes, szép bútorokkal szereltük fel, melynek befogadóképessége kényelmesen 30–35 fő lesz. Az elméleti és gyakorlati szakköri foglalkozásokat a jövőben is itt fogjuk tartani. Ennek kupolájában a bemutató távcső is megmarad.

Másik létesítményünk az új toronyházi csillagvizsgáló, mely áll egy előadóteremnek is használható nagy kupola helyiségből, továbbá egy hosszú előcsarnokból, hol hosszabb, vagy rövidebb időre szóló kiállításokat rendezhetünk be. Ebből nyílik jobbra az iroda, innen a műszerszoba, ahonnan pedig a térképszobába, illetve pihenőhelyiségbe jutunk. Az előcsarnokból balra nyílik a fotolaboratórium, mely három helyiségből áll, és pedig külön kis helyisége van a vegyszereknek, külön a papíroknak és egyéb fotocikkeknek, míg a laboratórium olyan tágas, hogy hárman is nyugodtan dolgozhatnak benne. Mindezeket mosdó és mellékhelyiségek egészítik ki. Ezeken kívül mind a négy világtáznak megfelelően tetőte-

rasszal is rendelkezünk, melynek területe lehetővé teszi, hogy itt kb. 30 fős csoportok részére előadásokat és távcsöves bemutatásokat is tarthassunk.

Átalakulásunk másik oldala: Miskolcon az 1114. számú Szputnyik-megfigyelő Állomás megalakulása, és ehhez, valamint az Urániahoz a személyi feltételek biztosítása. Mindezek most már lehetővé teszik, sőt kötelezően előírják számunkra, hogy Miskolcon nemcsak ismeretterjesztéssel, hanem tudományos kutatásokkal is foglalkozzunk.

Reméljük, hogy már a közel jövőben a tudományos kutatómunkát rendszeresen végezhetjük.

Befejezésül még annyit, hogy az új Csillagvizsgálóval Miskolc városa egy korszerű kulturális intézmény birtokába jutott, mely a világmindenség megismertetésével a szocialista embertípus kialakításában, tudományos munkájával pedig a tudományos élet területén fontos szerepet fog betölteni.

Dr. Szabó Gyula

a miskolci TIT Uránia Csillagvizsgáló vezetője

Új rendezvényünk az 1962. II. félévében megkezdett szabadtéri távcsöves bemutatások sorozata volt.

Pécs város néhány terén, legtöbbször a Széchenyi téren állítottunk fel egy nagy fényerejű, 200-szoros nagyítású hordozható távcsövet. A Hold és a nagybolygók voltak a bemutatók tárgyai. A belépődíjas látogatók részletes magyarázatot kaptak a látott objektumokról. A téli szünet után bemutatóinkat a tavasz beköszöntével ismét folytattuk.

Uránia Csillagánkban és a pécsi szabadtéri bemutatók során egy év alatt 95 alkalommal tartottunk távcsöves bemutatót, s ezeken összesen 9700 látogató vett részt.

A téli időszakban a megye községeiben megtartott csillagászati előadásokat kedvező idő esetén távcsöves bemutatóval is szemléltettük.

Csillagánk szervezésében 30 fős létszámmal csillagászati szakkör alakult. Tagjai megismerkednek a csillagászat tudományának alapismereteivel, a csillagos éggel; s közülük néhányan saját távcsövet is készítenek. Később majd tudományos megfigyelési munkába is be kívánunk kapcsolódni.

A tagok közül 13-an részt vesznek a központi csillagászati levelező oktatásban is.

A szakkör két hetenként hétfői napokon este 7 órakor tart foglalkozást a Pécs Városi Művelődési Házban.

A pécsi szakosztály titkára a helyi sajtó és rádió számára több ismeretterjesztő cikket írt.

Dr. Tóth László
szakosztályi titkár



15. ábra. Vida Tibor bemutatja a pécsi szakkör tagjainak az általa rajzolt csillagtérképet

SZEGED

1961 őszén az Egyetem Természettudományi Karán megültek egy csillagászati szakkör. Ekkor még csak érdeklődtünk a csillagászat iránt, tudtuk a bolygók neveit, s azt, hogy a Nagy Göncöl hol van a csillagos égen. Ennél többet nem nagyon tudott egyikünk sem. Hetente egyszer találkoztunk és ilyenkor valamelyikünk kiselőadást tartott az előző alkalom-



16. ábra. Bachmayer György szakköri tag kiselőadást tart a pécsi szakkörben

mai megbeszélte témáról. Vitatkoztunk egyes problémákon, mindenki elmondta véleményét, s a „Távcső világa” volt a döntőbíró. Pár hónap múlva kaptunk egy helyiséget, felette tetőterasszal és egy Calderoni-féle 80 mm-es refraktort. Volt ezenkívül egy akkor igen rossz állapotban levő 200 mm-es Newton-szerelésű reflektorunk is. Volt már helyiségünk és így több alkalma nyílt mindegyikünknek arra, hogy tanuljon. Legelőször is megtanultunk az égbolton tájékozódni. Sok-sok este telt el a térkép mellett és a csillagos ég alatt. A fényesebb csillagok nevét is megtanultuk. Ez volt a fordulópont, ekkor szerettük meg igazán a csillagászatot. Ekkor láttuk csak igazán, mily nagy a különbség a természetben vakon és nyitott szemmel járók között. Aki egyszer eljutott addig, hogy úgy tekint fel az égbolt fénylő pontjaira, mint ismerősökre, aki el tud igazodni közöttük, azt már rabul ejtették a csillagok. Könnyű volt már észrevenni az ember által felbocsátott mesterseges égitesteket is.

1962 nyarán rendbehoztuk a 200 mm-es reflektort és ősszel már bemutatók tartására is sor került. Ezeket kiselőadásokkal kötöttük egybe. A megyében 39 csillagászati és 27 űrhajózási előadást tartottunk 3005 hallgató előtt.

Sokszor előfordult, hogy a távcsövet alig akarták elhagyni a látogatók. Ontották a kérdéseket az űrhajózásról, a Marsról, Szaturnuszról, és az Androméda köőről. Nagyon érdeklődtek, hogy lehet-e élet a Földön kívül, mikor juthat el ember a Marsra stb.

A távcső állapota még a házi javítás után sem volt kielégítő, s így jelenleg generáljavítás alatt áll. Ez idő alatt felkutatjuk azokat, akik a városban régóta foglalkoznak a csillagászáttal és bevonjuk őket is a munkánkba. Tapasztalatuk, tudásuk segíteni fogja a további munkánkat és jövőre talán már teljesen leküzdjük azokat az akadályokat, amelyek munkánkat eddig még nehezítették. Vannak már olyan fiatalok is, akik szeretnének bekapcsolódni munkánkba, s mi szívesen is látjuk őket.

A következő évnél jobb körülmények között nézünk elé, s reméljük, ez munkánk folytatásában is meg fog mutatkozni és jövőre szebb eredményekről számolhatunk be.

Márki-Zay Lajos
a szegedi Uránia vezetője

SZÉKESFEHÉRVÁR

1961 őszén kezdte meg tevékenységét a székesfehérvári Uránia. Sok nehézség leküzdésével a József Attila gimnázium épületének lapos tetőzetén sikerült elhelyezni a távcsövet. Egyidőben a MÁV Járműjavító egyik lelkes „szocialista brigádja” védőházat készített.

A bemutatókkal egybekötött előadásokat minden hét keddjén a csillagászati szakosztály tagjai: Futó László, Hajmási József, Harza László és Torma Károly tartották.

Az első év előadásai a Naprendszer objektumaival ismertették meg a főként diákfiatalokból álló hallgatóságot. Átlag 12–15 résztvevője volt az Uránia előadásainak. Nem nagy szám, de nagy eredmény volt az, hogy nagy

részüket rendszeres látogatóvá lett. A távcsöves bemutatók témáiként a látható égitestek: Hold, Jupiter, Saturnus, Vénusz, kődökök szerepeltek.

Az 1962/63 ismeretterjesztő év megindulását szívós előkészítő tevékenység előzte meg. Szakosztályunknak sikerült elérnie, hogy a második esztendő indulásakor 35–40 fős hallgatóságunk lett.



17. ábra. Csillagászati előadás a székesfehérvári József Attila gimnázium fizikai előadótermében

Előadásaink iránti érdeklődést azzal is fokozni akartuk, hogy címében is érdekes témákat állítottunk össze. Pl.: Koszmosz utazások a Földön, Mágnesség a világmindenségben, Amíg a rádiócsillagászatig eljutottunk, Űrutazás és tudományos világkép, Útban a Mars felé stb.

Az 1963 márciusában induló új előadás-sorozatokra — a csillagászati ismeretek népszerűsítése céljából — egy-egy üzem Munkásakadémiájának hallgatóit is meghívtuk, így a hallgatóság sorában egyre több üzemi fiatal látni fel.

Hajmási József

SZOLNOK

1962. november 7-én tető alá került hosszú évek huza-vonája után a szolnoki csillagvizsgáló. A bemutató csillagvizsgáló a szolnoki Cukorgyárhoz tartozik, költségvetését az üzem fedezi. Üzemeltetéséről a Szolnoki Cukorgyár üzemi TIT csoportján belül a csillagászati szakkör, valamint TIT megyei szervezetének csillagászati szakosztálya gondoskodik.

Még a felavatás (1962 nov.) előtt jóval beindult egy szakkör két tagozattal, kezdők és haladók részére, 1962 első felében. A szakköri összejöve-



18. ábra. A szolnoki Cukorgyár Uránia Csillagvizsgálója. A hatszögletű alapú, forgatható félgömb kupola 5 m belső átmérővel Orgoványi János tervei szerint készült

teleket havonta két alkalommal tartottuk meg a Szolnoki Cukorgyár Kultúrotthonában erre a célra rendelkezésünkre bocsátott helyiségben. A szakkör állandó jellegű. Jelenleg 16 kezdő és 6 haladó tagot számlál. A kezdők a csillagászati alapismereteket sajátítják el elméleti és gyakorlati úton. A haladók közül néhányan távcsöves bemutatókat tartanak kiselőadás keretében. A felavatás óta, figyelembe véve azt, hogy a téli zord időjárás csak néhány kivételes napon tette lehetővé a bemutatókat, mindössze nyolc alkalommal volt bemutató, ebből három alkalommal kiselőadással egybekötve. A látogatók száma az év végéig 116 fő volt.

Jelenleg építés alatt van egy 10 cm-esre tervezett 1 : 12-es nyílású fényképező távcső, amely parallel szerelésű lesz a nagy távcsővel és egy 6 × 9 cm-es Voigtlander filmes fényképezőgéppel.

A Csillagvizsgáló látogatásának minél szélesebb rétegben történő terjesztése érdekében ismertető brosúrát küldtek szét a megye területére

iskolák, üzemek, intézmények stb. részére. A sajtón keresztül is felhívták az érdeklődők figyelmét a Csillagvizsgáló működésének megindulására.

A szakköri és szakosztályi tagok lelkes munkája következtében minden remény megvan, hogy az 1963. év folyamán végzendő munkáról a következő Évkönyvben beszámolónk már tartalmasabb lesz.

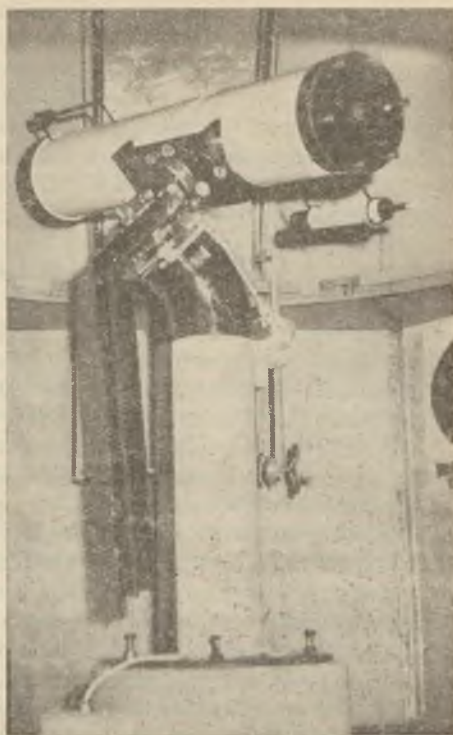
Tokody Lajos
szakosztályi elnök

ZALAEGRSZEG

Zalaegerszegen 1961-ben állítottuk fel a 30 cm átmérőjű Newton szerelésű tükrös távcsövet. Nagykanizsán a közeljövőben felállításra kerül egy 15 cm-es tükrös távcső, és egy 7 cm-es hordozható refraktor. Fő műszerünk elhelyezése — sajnos — nem kielégítő: egy iskola udvarán helyeztük el, a védő bódé is igen nehezen kezelhető, az udvarban felállított távcső az időjárás függvényeként csak nyáron állhat az érdeklődő közönség rendelkezésére. Távlabbi tervünk az, hogy valamelyik újonnan épülő iskola tetején megfelelő kupolában nyerjen végleges elhelyezést.

A bemutató távcsöveken kívül kiegészítik még felszerelésünket a terrárium-lunárium, földgömb, néhány diafilm, szakkönyv és csillagászati folyóirat, valamint 6—8 csillagászati vonatkozású film.

A zalaegerszegi Uránia rendszeres látogatottságát még nem sikerült biztosítani. A tanuló ifjúság ugyan szervezeten keresi fel csillagvizsgálónkat, de a dolgozók körében még nem sikerült az érdeklődést megfelelően felébreszteni. Felnőtteknek csak néhány esetben sikerült előadással egybekötött bemutatót tartani. Pedig előzetes bejelentés esetén a csoportos látogatóknak mindig rendelkezésére állunk. Szeretnénk a jövőben a környék iskoláit is beszervezni az Uránia látogatói közé.



19. ábra. A Szolnoki Uránia főműszere Hernádi Károly tervei szerint készült 30 cm objektív átmérőjű coude szerelésű reflektor

Hertelendy Gábor
szaktitkár

DETRE LÁSZLÓ:

A CSILLAGÁSZAT LEGÚJABB EREDMÉNYEI.

Legutóbbi beszámolónk óta rádióteleszkópokkal és mesterséges égitestekkel igen jelentős eredményeket sikerült elérni a Naprendszer bolygóiról és az interplanetáris tér fizikai tulajdonságairól. A Marsz I és a Mariner II különösen a Marszra és a Venuszra irányította a figyelmet.

A Venuszról rádióteleszkóppal már 1956-ban megállapították, hogy a bolygónak igen nagy a hőmérséklete. Szovjet és amerikai rádiócsillagászok később az egész 0,4—40 cm hullámsávban megerősítették ezt az eredményt. A megfigyelések kellő kiértékeléséhez azonban el kellett először döntenie, hogy a Venusznak van-e erős ionoszférája, amint az a nagy napközelség miatt feltételezhető. A Mariner II ezért egy kis rádióteleszkópot vitt magával és ezzel 19 és 13,5 mm hullámhosszban 1962. december 14-én, amikor a V. nusz felületétől 36000 km távolságban haladt el, többször végigmérték a Venuszról jövő rádiósugárzást, mint a Venusz közepétől való szögtávolság függvényét. Erős ionoszféra esetén a rádiósugárzásnak a légkör külső részén nagyobbak kell lennie, mint közelebb a centrumhoz. A mérések azt mutatták, hogy a rádiósugárzás monoton csökken a centrumtól való szögtávolsággal. Ez azt jelenti, hogy a Venusznak nincsen erősebb ionoszférája. Felületének hőmérséklete 700 K°. Annak ellenére, hogy régebbi rádiócsillagászati mérésekből biztosan megállapítható volt a Venusz lassú tengelyforgása, az éjszakai és nappali félteke hőmérséklete között nem adódott lényeges különbség. Ez a Venusz légkörének nagy sűrűségével magyarázható.

A Mariner II útjában 65 millió információt adott le és ezek nagyrészt még nem dolgozták fel. Magnetométerekkel kimutatták, hogy mérhető mágneses tere a Venusznak nincsen. Az interplanetáris térben végzett mérések szerint az ún. napszél, a Napból kilövellt gáztömegek áramlása, állandó jelenség. Ez a napszél a Föld magnetoszférájába érkeve, azt a Nap felé mutató oldalon benyomja, az éjjeli oldalon pedig meghosszabbítja.

A Mariner II-nek a Venusz közelében való elhaladásával egyidőben a Palomar-hegyi ötméteres teleszkóp coudé-fókuszában nagy feloldással mérték a Venusz infravörös sugárzását 8 és 14 mikron hullám-

hosszban. A sugárzás nagy szélsőtétedést mutat, de nem mutatkozik különbség az éjjeli és nappali félteke között. A déli féltekén egy meleg foltot fedeztek fel, amelynek struktúrája napról napra változik, ezzel szemben más helyütt a sugárzás igen állandó.

Az 1962. november 1-én felbocsátott Marsz I szovjet rakéta először mérte a napszél erősségét egy csillagászati egységnél nagyobb távolságra a Naptól. A leadott információk szerint 1959 óta 10%-kal nőtt az interplanetáris térben a kozmikus sugárzás erőssége. Mindkét jelenség nyilván onnét származik, hogy a napszél, amely a foltmaximum idején erősebb volt, mint most, mágneses terével eltéríti a Naprendszerbe kívülről jövő gyengébb energiájú kozmikus sugárzást.

1963. március 1 és 2-án egy 25 km magasságba felküldött 90 cm-es reflektorral 11,5 órán át figyelték meg a Marsz infravörös színképét. Kimutatták a vízgőz és szénmonoxid jelenlétét a bolygó légkörében. A California Institute of Technology Jet Propulsion Laboratory-ja radarkontaktust létesített a bolygóval. A Marsz felülete jobban reflektál a Holdnál, de gyengébben a Vénusznál. A reflektálás erőssége változik a bolygó tengelyforgásával, ami a felület egyenlőtlenségét mutat.

Kotelnyikov szovjet rádiócsillagásznak sikerült reflexiót kapni a Merkúr bolygóról. 700 megaciklus frekvencián a reflexióképesség megfigyelhető a Holdéval.

A Jupiter bolygóról még 1955-ben kiderült, hogy az egyik legerősebb rádióforrás. A bolygóról jövő rádiósugárzás lineárisan polarizált és minthogy a rádiósugárzás kiterjedése háromszor akkora mint a bolygó optikai képe, legegyszerűbben úgy magyarázható, hogy a Jupitert igen nagy és erős sugárzási övek veszik körül. Ez egyúttal azt jelenti, hogy a bolygónak erős mágneses tere van. A rádiósugárzás intenzitásából a mágneses tér erősségét a bolygó felületén 100 gauss-ra becsülik. A Jupiter rádiósugárzásának termális komponenséből a bolygófelület hőmérsékletére 130 K° adódik. Van egy nem termális és nem polarizált komponens is, amely igen sűrű ionoszféra létezését utal. Néha a rádiósugárzásban hirtelen emelkedések mutatkoznak, tartamuk 0,01 másodperetől több órai lehet. Régebben ezeket villámokkal magyarázták, de ez a magyarázat nem lehet helytálló, mert a „kitörések” csak szűk hullámsávban mutatkoznak. Inkább valószínű, hogy a sugárzási övekből néha nagyszámú elektron kerül be a légkörbe, mint a sarkifények idején a Földön. A kitörések összefüggnek a bolygó tengelyforgásával és a Jupiter vörös foltja is rádió-anomáliát okoz. Úgy látszik, hogy a vörös folt egy gázoszlop teteje, mely stacioner marad egy hegyvonulat, vagy egy mélyedés felett.

Elkészült az amerikai Green Bank rádióállomás 100 méteres rádioteleszkópja. Ezzel kimutatták, hogy a Szaturnuszról is jön gyenge rádiósugárzás, de ez csak kb. 1%-a a Jupiterének. Úgy látszik, a gyűrűk

megakadályozzák a sugárzási övek kialakulását. Az Uránuszról még ezzel a nagy teleszkóppal sem sikerült rádiósugárzást kimutatni.

Laserrel olyan keskeny fénynyalábot tudtak a Hold felé küldeni, hogy annak keresztmetszete a Hold felületén mindössze 2—3 km volt. Fényelektromos módszerrel sikerült a Földről mérni a Holdról visszavert fény intenzitását. A laserrel küldött fényimpulzusok mindegyike 2×10^{23} fotonból állt és ebből csak kb. egy tucat ért vissza a fényelektromos mérőberendezésbe. A kísérlet 1962. május 9—11-én történt a Massachusetts Institute of Technology-n.

Aerobee rakéták segítségével sikerült mérni több tucat csillag abszolút intenzitáseloszlását az 1600—4000 Å színképtartományban. Amíg a mért intenzitáseloszlás a Naphoz hasonló csillagok esetében teljesen egyezett a modell-atmoszférákból elméletileg számított értékekkel, a magashőmérsékletű csillagok ultraibolya színképe 2600 Å-nál rövidebb hullámhosszban lényegesen gyengébbnek adódott a számítotttnál. Ez a hidrogénmolekulák abszorpciójával magyarázható. Sikerült a Föld éjjeli oldalán a légkör ultraibolya sugárzását is mérni (az ún. earthglow-t). Kiderült, hogy a Lyman alfá-ban igen erős az éjjeli ég sugárzása. A magas légkörben tehát hidrogénnek kell lenni. Különben a rakéták és mesterséges égitestek segítségével a Föld légkörének kémiai összetételéről a következő kép alakult ki: kb. 120 km-ig a légkör kémiai összetétele nagyjából olyan, mint a Föld felszínén, vagyis túlnyomólag oxigén és nitrogén molekulákból áll. Ezen felül kb. 1000 km-ig az oxigénatom a túlnyomó, majd következik a hélium-öv, majd még feljebb a hidrogén-réteg, amely valószínűleg 60 000 km-ig terjed. Tehát mint a Napot, a Földet is igen kiterjedt légkör veszi körül, az ún. geokorona.

A Discoverer XVII 1961. november 12-én egy kromoszférikus erupcióból származó plazmában tríciumot (H^3) és könnyű héliumot (He^3) mutatott ki, mégpedig olyan gyakorisággal, amely kb. százszorosa a H és He normális keverékében előforduló tríciumnak és könnyű héliumnak.

Minthogy a Nap-flérek idején a Nap rádiósugárzása erősen megnő, várható, hogy olyan csillagoknál, amelyeken a flér-tevékenység különösen erős, a flérek idején a csillagok irányából kimutatható rádiósugárzás érkezik. Ezért a Jodrell Bank-i nagy rádióteleszkóppal rendszeresen figyelték az UV Ceti, EV Lacertae és Ross 882 flér-csillagokat egyidejűleg fotografikus felvételekkel, amelyeket az amerikai szputnyik-hálózat Baker—Nunn kameráival végeztek. 1958. szeptember 28 és 1960. április 14 között 474 órán át tartó rádiómegfigyelések az említett csillagokról 13 esetben tudtak kimutatni több percen át tartó rádiósugárzást. Ezek jól kimutatható korrelációt mutatnak a fényképfelvételeken látható fényességemelkedésekkel. Egy esetben egy közel 1 fényrend amplitudójú fényességemelkedés összeesett egy éles rádió-kitöréssel. Hasonló kooperatív megfigyeléseket végeztek a déli féltekén, hasonló eredménnyel.

Minthogy a flér-csillagok meglehetősen gyakoriak a Tejútrendszerben, valószínű, hogy az ún. galaktikus rádió-zaj egy része ezektől a csillagoktól származik.

Hogg amerikai csillagász a 100 méteres rádióteleszkóppal megfigyelt több olyan ködöt a Tejútrendszerben, amelyekről feltételezhető, hogy régi szupernovák maradványai. Az IC 443 ködnél a rádiósugárzás maximuma nem esik egybe a köd központjával. Minthogy a köd körül van egy HI-vidék, a megfigyelés arra mutat, hogy a rádiósugárzás a szupernova által kidobott gázhéj és a körülötte levő intersztelláris gáz kölcsönhatásából származik.

A legpontosabb módszer a rádióforrások helyének meghatározására a Hold általi fődésükből adódik. Ezt a módszert eddig csak a 3C 212 jelzésű rádióforrásra alkalmazták, de ez aránylag gyenge. A sokkal erősebb 3C 273 forrás helyzetét legutóbb egy fődése alkalmával pontosabban sikerült meghatározni 1"-nél. Azonkívül a fedés megfigyelésével egy nagyságrenddel sikerült lejjebb szorítani a Hold esetleges ionoszférájára kapott felső értéket. Az elektronsűrűség $100/\text{cm}^3$ -nél kisebb lehet csak. A rádióforrás egybeesik egy 12,5 rendű csillagszerű objektummal. Az 5 méteres teleszkóppal készült színeképfelvételből az objektumra $47\,000\text{ km/sec}$ távolodás adódik. Így az objektum nagy valószínűség szerint egy távoli galaxis magja. Ha a vöröseltolódásból a galaxisra 500 megaparsec távolságot veszünk, a galaxis magja, amelynek átmérője pedig kisebb 1 kiloparsecnél, százszor erősebben sugároz az optikai hullámhossztartományban, mint az eddig ismeretes rádióforrásokkal azonosított legfényesebb galaxisok. Ugyanilyen nagy fényesség adódik egy másik csillagszerű rádióforrásra, a 3C 48-ra. Erre *Greenstein* 110 200 km/sec távolodást kapott, ami megfelel 1100 megaparsec távolságnak.

A 3C 273 rádióforrásnál *Jefremov* és *Sarov* szovjet, valamint tőlük függetlenül *Smith* amerikai csillagász azt az érdekes felfedezést közölte, hogy fénye közel egy fényrenden belül változik (Inf. Bull. on Var. Stars 23 és 27). De hogyan változtathatja fényességét egy galaxis-mag?

Mármost az utóbbi években kiderült, hogy a galaxisok közepében egy igen kis, néhány parsec átmérőjű mag van. Ez nem tévesztendő össze pl. a spirális galaxisok korongjának központi kiszélesedésével, amely igen sok csillagból áll és kb. 1000 parsec átmérőjű. Különösen az Andromeda-köd esetében látszik rövid expozíciójú felvételeken a központi igen kicsi, fényes rész. Az is jól látszik, hogy ebből a magból spirális ágak indulnak ki. A Tejútrendszer rádiócsillagászati megfigyeléséből tudjuk, hogy a Tejútrendszer központi részéből gáz áramlik kifelé és az egész spirális szerkezet is expandál. A rádiócsillagászati megfigyelések a Tejútrendszerben is egy igen kicsi központi magra utalnak. Az Andromeda-köd magjának forgássebességét is megmérték a Lick-csillagda 3 méteres teleszkópjára szerelt elektronikus kamera

segítségével és ebből meg lehetett becsülni a mag tömegét. Ilyen megfigyelések más galaxisban is hasonló eredményekre vezettek. Ezek alapján kimondhatjuk, hogy a galaxisok magjában aránylag igen kicsi térrészben 10^5 — 10^8 naptömeg van összezsúfolva. Az innét jövő rádiósugárzás általában kicsi, de az ún. rádiógalaxisok esetében több nagyságrenddel nagyobb.

Hoyle és Fowler angol csillagászok szerint mindezeket a jelenségeket megérthetjük, ha feltételezzük, hogy a galaxisok magjai gázból állnak. Ez a nagy gáztömeg teljesen úgy viselkedik, mint a csillagok. Sugárzását termonukleáris reakciókból fedezi és ugyanazon a fejlődésen megy át, mint a csillagok. És amint a közönséges csillagok is fejlődésük végén szupernovává válnak, ugyanez a sors éri a galaxisok magját képező szupercsillagot is. A közönséges szupernovák is erős rádiósugárzást bocsátanak ki, az ilyen szuper-szupernova természetesen még sok nagyságrenddel nagyobb. A rádiógalaxisok lennének tehát azok a galaxisok, amelyeknek magja fejlődése végén szuper-szupernova kitörést produkál. Amint jelenleg pl. a Crab-köd fényessége változik, úgy nem kell ezek után azon sem csodálkoznunk, ha egy ilyen különleges rádióforrás-galaxis-mag fényessége változik. Mindenesetre egyre több olyan megfigyelési tényre bukkanunk, amelyek arra mutatnak, hogy a galaxisok szerkezetéről való eddigi felfogásunkat gyökeresen meg kell változtatnunk. Különösen vonatkozik ez a galaxisok fejlődésére vonatkozó elméletekre. Különben Ambarcumján igen érdekes megfontolásokat közölt, miszerint rendkívül nagy sűrűségű, hiperonmaggal rendelkező igen nagy tömegű égitestek lehetségesek.

Ismeretes, hogy *Walker* amerikai csillagász 1954-ben felfedezte, hogy az 1934-ben fellángolt Nova Herculis kettőscsillag, sőt fedési változó. Most sikerült kimutatnia az 1891. évi Nova Aurigaeről is a kettősséget. *Kraft* az 5 méteres teleszkóppal készült szinképfelvételekből a radiális sebesség periódusos változásából megállapította a Nova Persei 1901, WZ Sagittae rekurrens nóva (fellángolások 1913 és 1946-ban), *Greenstein* pedig a Nova Aquilae 1918 kettősségét. Mindezek alapján ki lehet mondani, hogy a nóvák és a nóvaszerű változók kettőscsillagok.

Arp amerikai csillagász kimutatta, hogy a szomszédos galaxisok között néha mutatkozó összekötő hidak fényo polarizált. A polarizáció merőleges a híd hosszára és valószínűleg a polarizáció azt jelenti, hogy a híd hosszában mágneses tér van, akárcsak a galaxisok karjában.

Gaposchkin terjedelmes vizsgálatot végzett az Andromeda-köd változócsillagairól, az 5 méteres teleszkóppal készült felvételek alapján. A változók 59%-a klasszikus Cepheida, 28%-a vörös irreguláris változó, 5%-a fődési. A periódus-fényesség reláció megegyezik a Magellán-felhőkben kapottal. A galaxis legkékebb csillaga egy Béta Lyræ-típusú kettőscsillag.

Miss *Swope* részletesen vizsgálta *Baade* felvételei alapján a Dracóban levő törpe gömbalakú galaxist. Több mint 200 változócsillagot fedezett fel, amelyek túlnyomó része RR Lyrae-típusú.

Rendkívül érdekes eredmény a galaxisok integrált spektrumainak vizsgálatából, hogy amíg a törpe gömbalakú galaxisok csillagai a szélső II populációhoz tartoznak, mint a halo gömbhalmazai, addig az óriási elliptikus galaxisok, akárcsak a spirálisok központi dudorai, a korongpopulációhoz tartozó csillagokból állanak.

Galileo Galilei (1564—1642) születésének 400. évfordulójára

Négyszáz esztendővel ezelőtt született *Galileo Galilei* a nagy olasz természettudós és vele együtt a modern természettudomány.

A tudomány fejlődése nem egyenletes. A tudomány alapját alkotó gazdasági-társadalmi rend alakulásában is a lassú, folyamatos fejlődést időnkint ugrásszerű változások: forradalmak szakítják meg, óriási lökés-sel valósítva meg azt, ami századok során készült. Ugyanígy a természet-tudományos ismeretek lassú, századokon át tartó fokozatos megszer-zésében, a világgal szembeni emberi magatartásban szinte észrevehe-tetlenül folyó változások hirtelen forradalommal érhetnek és látszólag szinte egycsapásra (legalábbis néhány évtized alatt) megváltoztatják az emberiség tudományos világképét.

Ilyen forradalmi korszak a XX. századnak az a szakasza, amelyben jelenleg is élünk, és még nem is látjuk elég világosan, hogy korunk for-rongó tudománya hol fog megállapodni. Ilyen forradalom zajlott le a műszaki tudományokban a XIX. századnak az elektromos áram fel-fedezését követő évtizedeiben és ilyen volt a rönészansz is, „az a leg-nagyobb szabású forradalom, amelyet az emberiség addig átélt.” (*Engels*).

Annak ellenére, hogy a természettudományos rönészansz forra-dalmi jellege ma már világosan áll nemcsak a marxista, hanem a polgári tudománytörténészek előtt is, határait, különösen a kezdetét, nehéz rögzíteni. Honnan kell számítani ezt az új korszakot? A könyvnyom-tatás (1459), Amerika felfedezése (1492), *Kopernikusz* fellépése (1543), *Francis Bacon*, *Descartes* munkássága (1600 körül) stb. körül tudunk-e kiválasztani egyetlen dátumot, amelyhez a tudomány megújhodását rögzítsük?

Nyilvánvalóan nem. Egyet azonban bizonyosan leszögezhetünk. Az a folyamat, amely már a középkor végén a XIII., XIV. században szinte alig észrevehetően megindul, a világ és az ember magatartásának megváltozása, politikai téren a francia forradalomban, tudományos téren *Kopernikusz* fellépésével vesz óriási lendületet és *Newton* főművé-nek, a *Principia*-nak megjelenésében (1687) éri el tetőpontját. Ebből a

majdnem másfél évszázados korszakból óriásként emelkedik ki a pisai születésű olasz tudósnak, a páduai egyetem tanárának, majd Firenzében Toscana nagyhercege „udvari matematikus”-ának, Galileinek alakja. Eredményekben gazdag, küzdelmes életének 78 éve alatt a középkor sötét, az arisztotelészi—skolasztikus filozófiában gyökerező sztatikus világképe letűnik a történelem színpadáról, és azok a tanok, amelyeket az ősz tudós az inkvizíció törvényszéke előtt megtagadni kényszerül, diadalmasan elterjednek az egész világon: soha többé nem lehet már a régi módon filozofálni, az emberiség megindul azon az úton, amely a távoli csillagok meghódítása, a természetnek az ember céljaira való átalakítása felé vezet.

Galilei korában, illetve születése idején azonban a csillagok még nagyon messze voltak; az arisztotelészi filozófia tanítása szerint az ég anyaga merőben különbözik a földi testektől, az égi és földi testek mozgását más és más törvények kormányozzák. Az „Ötödik anyag”-ból, az éterből álló égi testek az egyetlen „tökéletes” mozgással, az egyenletes körmozgással keringenek átlátszó kristálygömbjeiken (szférákon) a világ középpontjában mozdulatlanul álló súlyos és hideg Föld körül. A földi testek közül, amelyek lehetnek nehezek vagy könnyűek, a nehezek „természetes” mozgással, súlyuktól függő sebességgel sietnek a középpont felé, míg a könnyű testek „természetes” mozgása a világ széle felé, felfelé irányul. Ebben a világban óriási rend uralkodik. Nemcsak az égi és földi testeknek van meg istentől elrendelt természetes helye, hanem az embernek is: vannak, akik úrnak és vannak, akik szolgának születtek és ezen változtatni nem lehet. A világot a célszerűség törvényei kormányozzák és ezen a világképen tulajdonképpen nincs sok kutatnivaló, a tudomány feladata — egészíti ki Arisztotelészt a középkori skolasztika — legfeljebb annyi, hogy isten dicsőségét és bölcsességét megmutassa a teremtés munkáiban.

Arisztotelésznek a társadalmi rend megváltoztathatatlanságáról szóló tanítása természetesen rokonszenves volt a középkor feudalizmusa, a feudalizmussal szoros szövetségben álló római egyház előtt. Ugyanakkor azonban a középkor végén már megjelenik a városi polgárság, amely a keresztes háborútól fogva a pénzgazdálkodás növekedésével egyre nagyobb hatalomra tesz szert, és ennek során elsősorban az itáliai városállamok politikai befolyása is egyre nagyobb lesz.

Ezzel a folyamattal párhuzamosan jelenik meg a tudományban az arisztotelészi világkép kritikája annak három legtámadhatóbb területén: az anyagfelfogásban, a mechanikában és a világ szerkezetére vonatkozó elméletben.

Az anyagfelfogást Demokritosz és Epikurosz atomizmusának újjáélesztésével támadják a rónészansz korai atomista természetfilozófusai, a mechanikában a bomlás kezdeteit Archimedesz kutatásainak

a felújítása jelzi, míg Kopernikusz elhatározó csapást mér a bonyolult epicikloisokon mozgó bolygórendszerre, megfosztja a Földet központi szerepétől és a világ középpontjába a Napot helyezi, amely körül a Föld is mint egyszerű, a többihez hasonló bolygó kering.

Hozzájárul mindehhez az emberi magatartás megváltozása. A humanisták számára már nem a túlvilágra való felkészülés az élet célja, és a skolasztika helyett más filozófiát keresnek és azt az Arisztotelésszel szembenálló, bár idealista újplatonizmusban találják meg.

A neoplatonizmus megjelenésének a rönészanszban a természet-tudományok fejlődése szempontjából az a jelentősége, hogy a platoni filozófiának egyik legjellegzetesebb vonása a matematika rendkívüli megbecsülése. Így fordul az érdeklődés a rönészanszban fokozatosan a matematika felé.

Ugyanakkor az atomizmus újjáéledése nemcsak Arisztotelésznek az atomok létezését tagadó felfogásával áll szemben, hanem az atomizmusból szükségképpen fakadó materialista—determinista természet-magyarázatot teszi az arisztotelészi teleológia helyére.

A születőben levő újnak ebben a színes forgatagában kezdi működését Galilei. Tulajdonképpen mindaz, ami Galilei előtt volt — bármilyen haladó tendenciájú is — csupán spekulatív természetfilozófia. Arisztotelésznek a világról alkotott egyik fajta képével szembekerül egy másik elképzelés. Melyik a helyes, melyik tükrözi hívebben a valóságot, hogyan lehet ezt eldönteni? És ez vonatkozik Kopernikusz elméletére is. A *Ptolemaiosz* által geometriailag is kidolgozott bonyolult arisztotelészi világrendszer és a lényegesen egyszerűbb kopernikuszi, mindkettő többé-kevésbé számot tudott adni a tapasztalatról, de semmiféle konkrét bizonyíték nem szólt még egyelőre egyik vagy másik mellett.

Galilei előtt tehát az a feladat állt, hogy megkeresse azokat a döntő érveket, amelyek az új tudományt az égre és Földre vonatkozóan egyaránt diadalra vihetik. Galilei ezt a feladatot ragyogóan oldotta meg. Életművének legkiemelkedőbb vonásait, tudománytörténeti jelentőségét három fő mozzanatban jelölhetjük meg: harca a kopernikuszi világkép igazolásáért, az új dinamika megteremtése és a fizika módszerének megalkotása.

E három fő vonás azonban nem független egymástól. A feladat csak ezek szoros összefonódásával volt megoldható, sőt Galilei életének alakulása, küzdelmei, pillanatnyi bukása, mind szervesen kapcsolódnak a három fő teljesítményhez.

Kopernikusz elmélete ugyanis — Galilei és követői csillagászati és a sokkal későbbi földi igazolásától (*Foucault* ingakísérlete) függetlenül — csak az új fizika, az új mechanika megteremtésével válhatott egyértelműen elfogadhatóvá. Hiszen Kopernikusznak magának is egy egészen új kinematikát kellett alkalmaznia rendszere kidolgozásához. Igaz,

az égi testek körmozgását megtartotta, de ezek között ott volt már a Föld is, tehát ezzel az arisztotelészi mechanika egy sarkalatos tétele már megdőlt, de ez még nem jelentette annak döntő cáfolatát, ezt csak merőben új mechanikával lehetett elérni.

Az új mechanika azonban nem volt megalkotható a természettudományos kutatás régi, teleológián alapuló módszerének gyökeres megváltoztatása nélkül. Galilei az új módszerrel azonban nemcsak saját jelentős eredményeihez jutott el, hanem minden időkre megszabta a fizikai kutatás egyetlen lehetséges módszerét.

Ha az említett három legfőbb eredmény ilyen szoros kapcsolatban is áll egymással és így vonul végig Galilei egész életén, mégis súlypontilag időrendben először a kopernikuszi elméletért vívott harc áll az előtérben, míg a dinamika befejezése elsősorban az öreg Galilei legfőbb teljesítménye.

Galilei már a távcső megjelenése előtt rokonszenvezett Kopernikusz rendszerével, mint azt a legújabb kutatások napfényre hozták, bár például páduai professzor korában még nem azt adta elő hallgatóinak.

A távcső azután nemcsak azt mutatta meg Galileinek, hogy azok a jelenségek, amelyek Kopernikusz elméletéből következnek, de nem voltak távcső nélkül igazolhatók (pl. a Vénusz fényváltozásai) valóban végbemennék az égbolton, hanem azt is, hogy Arisztotelész tanítása az égi testek tökéletes gömbalakjáról, azoknak a földiektől való különbözőségéről teljesen téves. Ezt a véleményét Galilei részletesen ki is fejti a „*Két világrendszeréről*” szóló művében, pedig még akkor csak indulóban volt a világ anyagi egységét kétségen kívül igazoló törvény felé, amelyet az ő vizsgálataira támaszkodva Newton fedezett fel.

Galileinek ez a munkája volt az, amely az inkvizíció haragját végérvényesen kihívta a kopernikuszi elmélet ellen. Amíg az csak kevesek által értett „matematikai hipotézis” volt, amíg csak a szerencsétlen költőlelkű filozófusnak, *Giordano Brunónak* sugallt „eretnek” gondolatokat végtelen sok világ létezéséről, a római egyház urai nem törődtek vele különösebben. A tiltakozás *Giordano Bruno* 1600-as megégetése után csak az 1616-os, nem egészen világosan fogalmazott tilalomban jutott kifejezésre: Téves és eretnek tanítás azt mondani, hogy a Nap nyugalomban van és a Föld mozog.

Amikor azonban Galilei a tilalmat könyvével olyan nyilvánvalóan megszegte, a pápa és az inkvizíció haragja nem ismert határt.

Most már nem a világ félreeső sarkában elfelejtve éledgelő kanonok, nem is a túlzásokra hajlamos filozófus hirdette a veszedelmes új tant, hanem a nemzetközileg köztisztelőben álló, elismert tudós, és méghozzá nem is latinul, hanem közérthető olasz nyelven, ragyogó stílusban, félelmetes vitatkozáskészséggel, sok-sok tényre támaszkodva megírt műben.

A megalázott, megtört tudós azonban nem adta fel a harcot. Egész életében gyűjtött mechanikai tanulmányaira feltette a koronát utolsó művével a „*Beszélgetések az új tudományról*” cíművel, amelynek leglényegesebb mondanivalója a dinamika első alaptörvényének (tehetetlenség elve) kimondása mellett Arisztotelésznek a szabadesésről szóló téves tanításának ragyogó cáfolata.

Mindaz, ami ebben a két munkában és Galilei többi művében új, jelentős és döntő eredmény, az új módszernek fényes diadalát hirdeti, elméletnek és gyakorlatnak, indukciónak és dedukciónak, kísérletezésnek és matematikának azt az eltéphetetlen egységét, amely nélkül igazi fizika nincs, amely nélkül a természet kutatása nem lehet eredményes.

Galilei előtt módszerének lényege már 1623-ban tisztán állt: „A filozófia abban a nagy könyvben van megírva, amely mindig nyitva áll szemeink előtt. A világegyetemet gondolom: de ezt a könyvet nem lehet elolvasni, míg meg nem tanultuk a nyelvét és meg nem ismertük a betűket, amelyekkel írták. A matematika nyelven írták. . .”, mondja *Il Saggiatore* című művében.

Ezzel és néhány hasonló idézettel kapcsolatban egyes nyugati tudománytörténészek Galilei filozófiai felfogásában neoplatonista elemeket vélnek felfedezni. Pedig nem erről van szó. Akik Galileit a neoplatonisták közé akarják sorolni, azok két igen lényeges körülményről felejtkeznek meg. Az egyik, hogy a fenti idézetben is a matematika eszköz a világegyetem, a természet titkainak megfejtésére, míg a neoplatonistáknál a matematika öncél. A másik még lényegesebb érv Galilei egész életműve: az ingával, a szabadeséssel stb. kapcsolatban végzett *kísérletei*, illetve azok értelmezése.

Éppen úgy nem pontos ugyanis azt mondani, hogy Galilei „a kísérletezési módszer megteremtője”, ezt legfeljebb abban a formában lehet elfogadni, hogy Galilei az *igazi* kísérletezés módszerét alkotta meg.

Hiszen Galileinek idősebb kortársai voltak az angol *Francis Bacon* és *Gilbert*. Bacon hirdette a filozófiában először a kísérletezés fontosságát és Gilbert mágneses kísérletei tekinthetők az első komoly kísérleti eredménynek.

Ugyanakkor Descartes megmutatta, hogyan lehet racionalis, deduktív és matematikai következtetéssel a világnak a skolasztikustól merőben különböző képéhez jutni.

A feltétlenül haladó empirista baconi és racionalista-kartéziánus világkép azonban mindkettő csonka és hiányos. Éppen e kettő szintézisében teljeseodik ki Galilei életműve, amely a további haladás biztos záloga. Kísérletezni csak bizonyos elméleti előfeltevésekből kiindulva, tervszerűen érdemes elkezdni. A kísérlet eredményét viszont „le kell fordítani a matematika nyelvére”, csak így tárható fel az egyetemes

természeti törvény. A törvényből deduktív úton további következtetések vonhatók le, de ezeket ismét a tapasztalat, a kísérlet ítélőszéke elé kell vinni, hogy igazságtartalmukat megvizsgálhassuk.

Ma a tudomány területének mérhetetlen megnövekedése idején a fizikai kutatásban kísérlet és elmélet látszólag személyek szerint szétválik. Ez a módszertani munkamegosztás azonban nem változtat a tényen, hogy csak egy fizika van, helyesebben *a* fizika, amelynek módszere is egy és oszthatatlan. Ezt a módszert pedig Galilei alkotta meg.

Hosszú és küzdelmes volt az út, amelyet Galilei a „*Csillagászati hírnök*” (*Sidereus nuncius* 1610) megjelenésétől a dinamika alaptörvényeinek a felfedezéséig végigjárt, és halálakor már egy más tudományos világot hagyott maga után, mint amelybe született. Ez a világ rálépett a fejlődés útjára és ma, amikor a legnagyobb társadalmi forradalom után ismét egy tudományos forradalomban élünk, hálával és tisztelettel emlékezünk a 400 év előtti forradalom legnagyobb hőisére, Galileire.

GALILEI ÉS A NAFOLT ÉSZLELÉSEK MEGINDULÁSA

„A napfoltok ismertek voltak időszámításunk harmadik százada óta, noha a nyugati világ a távcső felfedezéséig kitartott a szeplőtelen Nap hite mellett. A nagy Kínai Enciklopédia első kiadása, melyet száz kötetben 1322-ben adtak ki, tartalmaz 45 napfoltra vonatkozó i. u. 301 és 1205 között végzett észleléseket. ...nincs okunk kételkedni ezen észlelések hihetőségében, hiszen a legnagyobb foltok könnyen láthatók szabad szemmel, ha a napkorong fényességét füst, vagy köd lecsökkenti. Meglepő azonban, hogy létezésüket nem Európában ismerték fel. Bizonyára nem más mint furcsa véletlen az is, hogy a mágnesesség jelenségét — ami, ahogy jelenleg tudjuk, állandó, jellemző sajátysága a napfoltoknak — ugyancsak Kínában ismerték fel először számos forrásmű állítása szerint. ...mindezen tények ellenére is azt mondhatjuk: a napfoltok természetéről való ismeretünk Galilei és kortársainak 1610-ben végzett észleléseivel kezdődik, míg azon optikai felfedezés, amely lehetővé tette mágneses jelenségeiknek az észlelését, 1896-ig nem történt meg.”

G. E. Hale írta e sorokat, aki *P. Zeeman* 1896-os „optikai felfedezése” nyomán 1908-ban a napfoltok mágnesességét fedezte fel. Számos más a Nap fizikája tárgykörbe tartozó fontos kutatási eredmény és műszer, valamint a csillagászati kutatások nemzetközi organizációjával kapcsolatos igen jelentős tevékenység fűződik Hale nevéhez, többek között a mindmáig legnagyobb objektív-átmérőjű optikai távcső létrehozása is. Ma a Hale-távcső az, amellyel a Földről nemcsak a legmeszebbre elláthatunk, hanem egyben a Nap kivételével minden más távcsőben már nem „pontoszerűnek” mutatkozó égitest „felületét” a legjobban szemügyre is vehetjük, míg Galilei maga készített kis távcsövei szolgáltatták az első eszközöket, amelyek segítségével ember a Földön kívüli világról szemmel már észre nem vehető részleteket egyáltalán először meglátott. (Napjaink Hale-nek köszönhető kitűnő távcső óriását azonban aligha lehetne — több ok miatt is — a gyakorlatban a napkorong foltosságának megtekintésére érdemlegesebben használni, mint Galilei kezdetleges távcsöveit.)

Mindenesetre Hale volt az, aki mai ismereteink szerint — mind képletes értelemben, mind szóról-szóra véve — a napfoltok „legmélyebb” észlelhető fizikai tulajdonságát, azaz mágnesességüket felismerte.

Míg *Galileinek* az elsődleges érdeme a napfoltokkal kapcsolatban az, hogy miután az észlelési tények nyomán megbizonyosodott afelől és kijelentette, hogy a napkorongon látható foltok a valóságban is a Naphoz tartoznak, ennek felületén vannak és nem valami látszólagos, perspektivikus jelenség következményei, ahogy sokan mások kezdetben vélték, ezt a felismerést rövid idő alatt meggyőzően általában el is tudta fogadtatni.

Galilei „*Sidereus Nuncius*” 1610 márciusában megjelent kiadványában, amelyben távcsöves csillagászati észleléseiről nyomtatásban először hírt adott, még nincs szó napfoltokról. A Nap távcsövel történt megfigyelésével foglalkozó első két kiadvány nem is Galileitől származik. *Johann Goldschmidt*, majd *Christoph Scheiner* latinnyelvű írásai szóltak először erről. Johann Goldschmidtnek már apja, David is végzett csillagászati észleléseket és változó fényű csillagot ő vett észre elsőnek 1596-ban a Mira (azaz o) Cetit. Mindketten *Fabricius* néven szerepelnek a csillagászati irodalomban.

Jo. Fabricius 1611 júniusi keltezéssel Wittenbergben „*Narratio de maculis in Sole observatis et apparente earum cum Sole conversione*” címen jelentette meg röpirat jellegű közleményét. A Napban észlelt foltokról és ezek (cum Sole =) Nappal együtt látszó forgásáról hangzik már maga a cím is, és nem vitás, hogy mind a foltok lényegében szoláris karakterét, mind a Nap tengelyforgását helyesen meglátta Jo. Fabricius. Az idősebb Fabricius a korabeli tudományos élettől nem elszigetelten élt 1617-ben bekövetkezett haláláig, Hollandiában, ahol, ahogy tudjuk, elsőnek készítettek távcsöveket; *Keplerrel* baráti viszonyban volt, sőt még *Tycho Brahé*t személyesen is ismerte. Az ifjabb Fabricius apja otthonában részben apjával együtt végezte napfolt észleléseit, de az is igaz, hogy Jo. Fabricius valószínűleg már apját megelőzve halt meg. Mindezek ellenére különös, hogy a Fabricius-féle napfolt észlelések alig keltettek komolyabb figyelmet.

A napfoltok létezéséről a tudományos világ voltaképpen Scheinernek a tudósokat pártfogoló *M. Welser* augsburgi polgármesterhez intézett 1611. november 12., december 19. és 26. keltezéssel ellátott három leveléből értesült, melyeket Welser 1612 januárjában „*Apelles post tabulam latentis tres epistolae de maculis solaribus ad Marcum Velserum perscriptae*” felirattal kinyomatott. Scheiner ezen írásaiból kitűnik, hogy ő már kezdetben is feltétlenül jobb technikával és optikákkal észlelt, mint kortársai, tökéletesebb leképzést ért el és így „többet láthatott”, mégis egy jó ideig a napfoltokat a Nap és Föld között elhaladó bolygóknak tartotta, amint azt az idézett közlemény tanúsítja. Feltehetőleg Galileinek e három első Welser-levélre adott válaszai elősegíthették, illetve siettethekték Scheinert abban, hogy nem sokkal később a napkorongon észlelhető foltokat már ő is magának a Nap részeinek tekintse.

Galilei a szóbanforgó Scheinertől származó, de *Apelles* álnéven nyilvánosságra hozott írásokra először 1612. május 4-i dátummal válaszolt Welsernek. Így, még ebben az évben két kisebb latinnyelvű kiadványa szolt a napfoltokról és a következő évben ezeket olasz nyelven együttesen is megjelentette a cím szerint Welserhez intézett három levél formájában. Ez a mű — amelynek címlapja hasonmását itt bemutatjuk — összefoglalóan tartalmazza Galileinek a napfoltokkal kapcsolatos lényegileg teljes munkásságát. Galilei mind ebben a művében, mind több más alkalommal is kinyilvánította, hogy napfoltokat ő már 1610-ben már Pádovában is látott. (Szavai alapján valószínűleg ezen év októberében sőt talán már augusztusában történhetett ez meg először.) Voltak azonban, akik Galilei ezen állítását kétségbevonták, mivel 1612. április 5-éről való a legrégebb dátummal ellátott általa közölt napfolt adat. A Fabriciusok 1610 decemberében észleltek első ízben napfoltot, míg Scheiner 1611 márciusában.

Nincs érdemi értelme felvetni a kérdést, hogy kié a dicsőség a napfoltok „felfedezését” illetőleg, ami a tizenhetedik század elején egyébként is éppen csak Galilei—Scheiner vonatkozásban merült fel. Mindenesetre Galilei legalább is az első Welsernek szóló levél-szöveg tanúsága szerint nem szolgáltatott indító okot és aligha lehetett a kezdeményező ahhoz, hogy egy ilyen prioritási vita elkezdődött és kiéleződött, és amely feltehetőleg emberi hiúság, büszkeség és sértődékenység révén akarva-akaratlanul is káros hatást gyakorolhatott a Galilei elleni perek megindítására, annál is inkább, hiszen a jezsuita Scheiner később egyházi körökben meglehetősen nagy tekintélyre tett szert.

A napfoltok felfedezéséről szólva *A. Secchi*, aki nemcsak a napfizika, hanem általában az egész asztrofizika megalapítójául tekinthető, „A Nap” című, az 1870-es években több kiadást megért, még ma is hasznosan lapozgatható összefoglaló könyvében rámutatott arra, hogy ennek a felismerésnek szükségszerűen gyorsan, „önmagától” be kellett következni a távcső első alkalmazásával, de egy Galilei zsenialitása kellett ahhoz, hogy szinte nyomban helyes értelmezés is megszülessen és egy Scheiner szorgalma, hogy az első nagyobb mennyiségű és jó minőségű adat-anyag összegyűljön.

Egyébként az angol *Thomas Harriot* is látott már 1610 decemberében napfoltot, de mivel megismételt távcsöves kísérletei egy ideig nem jártak sikerrel, már-már kétkedő lett. Később azonban 1611 decemberétől kezdve mintegy ötnegyed éven keresztül vagy 200 napfolt-észlelést végzett és segítségünkkel a Nap rotációját (azaz tengelyforgását) ő is megállapította.

Minden valószínűség szerint még sokan mások is észlelhettek napfoltokat már a tizenhetedik században, de sajnos ebből a korból az említettet kívül alig maradt ránk használható adat, sőt ugyanez mondható

ISTORIA E DIMOSTRAZIONI

INTORNO ALLE MACCHIE SOLARI

E LORO ACCIDENTI

COMPRESSE IN TRE LETTERE SCRITTE

ALL'ILLVSTRISSIMO SIGNOR

MARCO VELSERI LINCEO

DVVM VIRO D'AVGVSTA

CONSIGLIERO DI SVA MAESTA CESAREA

DAL SIGNOR

GALILEO GALILEI LINCEO

Nobil Fiorentino. Filosofo Matematico Primario del Sereniss.

D. COSIMO II. GRAN DVCA DI TOSCANA.



IN ROMA, Appresso Giacomo Mascardi. MDCXIII.

CON LICENZA DE SUPERIORI.

még a tizenharmadik század első feléről is. Így, midőn *S. H. Schwabe* közel negyed évszázados Dessauban folytatott napfolt megfigyelései nyomán a tizenkilencedik század közepére köztudomásúvá vált a napfoltok gyakoriságának mintegy évtizedes szakaszos váltakozása és a svájci *R. Wolf* megkísérelte ezen változás periódusát régebbi észlelések segítségével is igazolni és pontosabban meghatározni, Wolf erre a célra érdemleges adatokat visszamenőleg csak vagy száz évre vonatkozólag talált.

Wolf a Nap foltosságának számszerű megadásához egy aránylag egyszerűen megállapíthatónak látszó, még ma is általánosságban használatos, kvantitatív — habár „nem fizikai” — mennyiséget vezetett be: a napfoltrelatívszámot. Sikerült neki 1749-től kezdve minden naptári hónapra utólagosan legalább egy-egy a havi átlagnak tekinthető relatívszámot meghatározni és a napfoltok gyakoriságának változását ez úton is tüzetesebben tanulmányozhatóvá tenni. 1849-ben pedig mint a zürichi csillagvizsgáló igazgatója a relatívszám naponkénti megadásához észleléssorozatot indított. A Wolf által elkezdett ezen észlelések Zürichben azóta is megszakítás nélkül folynak és pedig változatlanul ugyanazzal a módszerrel és távcsővel, hogy statisztikai kutatásokhoz homogén adatsort alkothassanak. Az 1610—1749 közötti éveket illetően azonban Wolf általában már alig tudott többet elérni, mint a maximális és minimális napfolt gyakoriság éveit elfogadhatóan valószínűsíteni, annak ellenére, hogy mindent elkövetett, hogy az idevágó szórványos irodalmi adatokon felül betekintést nyerhessen az összes még esetleg létező és bárhol elfekvő kézíratos feljegyzésekbe is.

Galilei sohasem végzett hosszabb és kvantitatív jellegű napfolt észlelés-sorozatokat. Schwabe 1826-ban megkezdett rendszeres észlelései előtt egyedül Scheiner tette ezt meg. A közben eltelt 200 év alatt talán *A. Wilson* glasgowi csillagász professzor észlelt legeredményesebben napfoltokat. Külön figyelemre méltó azon tény, amelyről közlemény először 1771-ben *L. Ch. Schüller*től jelent ugyan meg, de amit Wilson már 1769-ben észrevett.

A Wilson által tapasztaltak lényegét a következőleg világíthatjuk meg. Sokszor előfordul, hogy nagyobb napfoltok esetében a napfolt középső, lényegesen sötétebb és általában „egybefolyó” részét, az umbrát, szimmetrikusan látszik körbeövezni a jó leképzés esetén rendszerint szálas szerkezetű és nagyobb, de sokkal kevésbé sötét rész, a penumbra, ha a napfolt a napkorong közepe táján van; míg, ha a Nap rotációja miatt még, illetve már csak a napperem közelében észlelhető, akkor gyakran feltűnően aszimmetrikus elhelyezkedésűnek mutatkozik egymáshoz képest umbra és penumbra, és pedig az umbra — nyilvánvalóan csak látszólagos — relatív eltolódása a legtöbbször a napkorong centruma felé esik. Wilson ezt a jelenséget „bemélyedéseknek” tulajdonította 1774-ben megjelent dolgozatában. Mai vélemények szerint

sokkal inkább a napfoltokat körülvevő fotoszférikus napfáklyák „kiemelkedésével” lehet megadni e jelenség fő okát. Mindenesetre a szóban forgó és Wilson effektus néven ismert észlelési tapasztalat végleges és megnyugtató értelmezése még ma sincs általánosan elismerten megoldva.

A Napra vonatkozó ismereteink a Wilson effektus felfedezésén kívül szinte semmivel sem gazdagodtak a napfolt gyakoriság periódusságának felismerését megelőző több mint két évszázad folyamán Galilei és Scheiner alapvető munkássága óta. Mindketten teljesen meggyőzően kimutatták többek között azt, hogy a Nap forgási tengelye nem merőleges az ekliptika, azaz a Nap—Föld egymás körüli évi keringésének síkjára, más szóval a napegyenlítő és az ekliptika síkja nem esik egybe; a két sík hajlásszögéül Scheiner saját észlelései nyomán általában 7° -ot használ (mindössze $1/4^\circ$ -kal nagyobb érték a ma használatos). Mind Galilei, mind Scheiner egymástól függetlenül már első megfigyeléseik alkalmával észrevették a közvetlenül napkorongként látható fénylő napfelületen, a fotoszférán, a nagyrészt napfoltok környezetében észlelhető és különösen a napperem közelében feltűnőbb jelenséget képező különféle fényes alakzatokat: a (fotoszférikus) napfáklyákat. Maga a „fáklya” elnevezés Scheinertől ered. Galilei kifejtette még, hogy a napfoltok voltaképpen csak viszonylagosan sötétek és utalt már arra is, hogy előfordulási helyeik a Nap egyenlítőjéhez képest szimmetrikus fekvésű, szélesebb övre korlátozódnak. Ezt az övet Scheiner nyomán még ma is gyakran a „királyi” zónának mondják.

Míg Galilei tudományos alkotó tevékenységének mindössze igen csekély töredékét fordította a Nap tanulmányozására, — de talán így is túlságosan sokat, hiszen majdnem bizonyos, hogy öregkori megvakulása a miatt következett be, hogy túl sokszor nézett a fény kellő letompítása nélkül a Napba —, addig Scheiner élete munkásságának java részét csaknem teljesen a Napra vonatkozó vizsgálatok kötötték le. A napfelületi jelenségek részletekbe menő és részben kvantitatív kutatását kétségtelenül Scheiner kezdte el. Pótolhatatlan veszteség azonban, hogy a Scheiner által kezdeményezett és másfél évtizedig rendszeresen és nagy pontossággal végzett észlelés-sorozatot a Scheiner-féle módon, nem folytatták. Scheinernek pedig voltak tanítványai és munkatársai, akik nemcsak segédkeztek észleléseinél, hanem többen közülük távoli országokba elkerülve ott is végeztek Nap észleléseket és ezeket, vagy legalább is egy részüket Scheinernek megküldötték, amelyeket ő fel is használt. Így tulajdonképpen kínálkozott jó lehetőség a Scheiner által végzett munka továbbfolytatásához, de nincs tudomásunk arról, hogy ez érdemlegesen megtörtént volna.

Mind mennyiségileg, mind minőségileg egyaránt igen jelentős a Scheiner-féle észlelési anyag. A legbeszédesebb bizonyítéka ennek az, hogy Scheiner, észlelései alapján milyen sok, nagyrészt ma is helytálló

megállapítást tehetett. Ezen észlelési anyaggal a legkorábbi egyenértékűnek már csak a tizenkilencedik század néhány nagy észlelés sorozata mondható. Mindemellett még az is feltételezhető, hogy Scheiner műveinek, de különösen a Scheiner-anyag valószínűleg még fellelhető eredeti észlelési rajzainak és jegyzőkönyveinek egy mai újratanulmányozása bizonyos szempontból nem volna haszontalan. Ugyanis vannak olyan jelek, amelyek arra vallanak, hogy talán Scheiner legintenzívebb észlelési tevékenysége éppen egy az 1950-es évekhez hasonló és a még egyetlen korábbi „átészlelt” rendkívüli magas naptevékenység időszakára esett.

A Galilei-Scheiner kapcsolatokról és ellentétekről megemlékező tudománytörténeti kiadványokban lapozgatva az ember önkénytelenül arra a gondolatra jut, hogy a Welsernek szóló említett levelekkel elindított „vita” döntő befolyást gyakorolhatott ahhoz, hogy Scheiner a már előzőleg elkezdett napészleléseit oly nagy energiával, egyre tökéletesített észlelési módszerrel sok éven keresztül továbbfolytatta. Galilei tehát nyilvánvalóan jelentős hatással volt és közvetve, akaratlanul is számottevően hozzájárulhatott Scheiner elsőrangú fontosságú életművének végrehajtásához.

1626-tól 1630-ig nyomtatták Scheiner 4 „könyvből” álló, tekintélyes volumenű, csaknem 800 oldalas, nagyszabású munkáját, melyben példák gyanánt 70 nyomtatásban is 21 cm átmérőjű körökkel ábrázolt napkorongon, 70-nél jóval több nagy napfoltnak a napkorongon való 2—2 heti átvándorlását és ez időközökben a napfoltok tapasztalt strukturális változásait mutatja be. Ebben a művében összefoglalóan közli Scheiner az általa lényegesnek tartott összes eredményeit. A külsőleg is impozáns kiadvány „*Rosa Ursina sive Sol ex admirando facularum & macularum suarum phaenomeno varius*” feliratot viseli. Érdemes felfigyelni rá, hogy a mű címében a fáklyákat a foltok előtt említi. A napfáklyák vizsgálatát azóta szinte napjainkig teljesen elhanyagolták, és talán nem túlzás, ha azt mondjuk, hogy csak mostanában kezdenek komolyabb érdeklődést tanúsítani irántuk, főleg az utóbbi évtizedek óta monokromatikus fényben észlelhető fotoszféra feletti naprétegek fáklyaszerű jelenségeinek behatóbb kutatása óta.

Scheiner megállapította egyrészt, hogy a napfáklyák előfordulási helyei nem korlátozódnak a napfoltok zónájára, hanem ennél szélesebb övet alkotnak, másrészt azt, hogy a napfoltok helyén rendszerint mind a folt keletkezése előtt, mind a folt eltűnése után fáklya észlelhető és hogy a folt körüli fáklyák leggyakrabban és túlnyomórésztben a foltoktól nyugati, azaz a Nap rotációjával ellentétes irányba tömörülnek. Ő volt az első, aki pontosan orientált rajzokat készített a kivetített napkorongról és ezúton a Napon észlelhető objektumok heliografikus koordinátáit meghatározta. Naponta gyakran sok órán keresztül észlelt. Az így össze-

gyűlt hatalmas mennyiségű pozíciós adat alapján tanulmányozta a napfoltok mozgását. Észrevette, hogy nemcsak a napegyenlítővel párhuzamos, hanem erre merőleges irányú mozgások is vannak. Élesen megkülönböztette a Nap rotációjától eredő látszólagos elmozdulásokat. Scheiner ezen fő művéből egyértelműen kitűnik, hogy megfigyelési anyaga alkalmas még arra is, hogy segítségével ma a Nap „differenciális rotációjának” nevezett sajátosságára és talán ennek egy esetleges „szekuláris” változására vonatkozó numerikus adatokat meghatározzunk. Egyébként még azt is megállapította, hogy az egymás közelében keletkező napfoltpár két foltja idővel egymástól eltávolodik.

Scheiner igen gondosan tanulmányozta a napfoltok szerkezetének változását. Megfigyelései szerint a penumbra keletkezik először és a napfolt teljes megszűnése előtt előbb az umbra tűnik el. Sok más, azóta többszörösen beigazoltnak bizonyult észlelési tapasztalata alapján Scheinert egészen rendkívüli jó megfigyelőnek kell tartanunk, és mivel csaknem bizonyos, hogy a távcsöves csillagászati észlelések teljes három és fél évszázada alatt alig akadt valaki, aki nála több időt szentelt volna a napfoltok „nézegetésére”, ezért a napfoltok kezdeti kifejlődésére és végső visszafejlődésére vonatkozó észrevételét igen komolyan kell ma is latbavetni. Annál is inkább hangsúlyozandó ez, mert napjaink sok kutatója, valamint például a legtöbb helyen széltében-hosszában meg használatos zürichi napfoltcsoport klasszifikáció „használati utasítása” szerint, először az umbra jön létre. Újkeletű statisztikai vizsgálatok eredményei azonban teljes határozottsággal a Scheiner-féle megállapítás helyessége mellett szólnak.

Már egyedül a Scheiner által közölt napfolttrajzok megtekintéséből, nemkülönben abból a tényből, hogy rendszeresen észlelte és hűen írta le a napfelület ún. granulációs szerkezetét és jól látta, hogy kivetített napképein a napperem felé haladva fokozatosan halványul, sötétedik a napkorong, kétségtelen, hogy egészen kiváló optikai leképzést ért el. Moglehet, hogy a Föld „szilárd felületén” felállított távcsövekkel ma sem tudunk tökéletesebb minőségű képeket kapni. Scheiner ezen észleléstechnikai sikerét részben annak köszönhetette, hogy színes objektív lencsákat használt, legalább is kezdetben biztos, hogy ilyeneket, és később is, miután különféle más objektívokkal is dolgozott, valószínűleg ezeket is mindig színes színszűrőkkel kombinálta. Legtöbb optikáját saját maga készítette. Igaz, hogy a színes (nem szürke!) üveget voltaképpen a fény tompítása miatt alkalmazta csak, ebből azonban sokkal lényegesebb további kettős előny származott. Egyrészt a távcső kromatikus hibái, másrészt a légköri nyugtalanságtól, illetve inhomogénitástól eredő leképzési zavarok csökkentek. Nyilvánvalóan nagyban elősegítette Scheiner jó napképeinek létrejöttét maga az a tény is, hogy a tizenhetedik század elején a légkört szennyező ipari nagyüzemek még

egyáltalán nem voltak, és észlelőhelyei (kelet—dél—nyugati) környezetében sem voltak számottevő nagyobb kőtömegekből álló városnegyedek, amelyek a napsugárzástól átmelegedve leképzést rontó, fel szálló légáramlásokat okozhattak volna. Scheiner észleléseit elsősorban a Duna északi partján fekvő Ingolstadtban és Rómában végezte.

Mikor Ingolstadtban először észlelt napfoltot, Scheiner papi előjárója olyannyira felháborodott azon, hogy valaki jobban bízik saját szemében, mint Arisztotelészben, és valamit látni vél, amiről Arisztotelész nem tesz említést, hogy Scheiner, állítólag mintegy fél évig, 1611 októberéig nem is merte folytatni első kísérleteit. Érdekes véletlen egyébként, hogy talán a legrégebbi adat a napkorongon feltűnő foltról nem is Kínából, hanem Európából való, és az éppen Arisztotelész egyik (i. e. IV. században élt) tanítványának, az athéni *Theofrasztus*nak tulajdonítható. Problematikusnak a tizenhetedik század elején voltaképpen már nem is azt volt szabad tekinteni, hogy lehet-e „foltos” a napkorong vagy sem, hanem csak azt, hogy az időnként Napban látott sötétedések vajon a Nap és Föld közötti „valamitől” erednek-e vagy valóban magán a Napon vannak. Hiszen ez időszakot megelőzően már nem csupán Európa nyugati kulturáltabb vidékein észleltek foltokat a Napon, így biztos tudomásunk szerint 807, 840, 1096 és 1588-ban, de a Föld más távoli tájain éppen úgy. 1371-ből egy orosz krónika is félreérthetetlenül említ ilyen esetet. Japán és Korea régi annaleszei szintén megemlékeznek hasonló jelenségekről.

Mindezen távcső nélkül látott napfoltokat a Nap előtt elvonuló bolygóknak hitték Galilei csillagász kortársai közül legtöbben, mindaddig, míg éppen főleg Galilei észlelései és érvelései nyomán meg nem győződtek e felfogás téves voltáról. Legemlékezetesebb volt a 807 március 17-én Nagy Károly uralma alatt állott több akkori nagy városban észlelt napfolt. Ez a 8 egymásutáni napon jól látszó tűnemény még nyolc évszázad múlva is szüntelenül élénk érdeklődést keltett és azt általában Merkúr „átvonulásnak” vélték. Galilei ezt a nézetet súlyos tévedésnek bélyegezte és rámutatott, hogy a Merkúr ismert, gyors, látszólagos mozgása miatt még 7 óráig sem tartózkodhat egyfolytában a Nap előtt.

Felmerülhet még a kérdés: milyen okok készítették Galileit arra, hogy — szokásától eltérően — aránylag késlekedve írjon a napfoltokról. Lehet, hogy egész a kezdetben ő is — akár csak Scheiner — a Naphoz szoros közelségbe kerülő bolygókra gondolt; nem sokkal a Jupiter holdjainak felfedezése után, e fenséges felismerés tudatalatti nyilvánvaló kihatásai miatt ezen nem is szabadna csodálkoznunk. Csak tudományos éleslátására vallhat és teljesen érthető, hogy mindaddig nem közölt semmit, amíg biztosan meg nem győződött affelől, hogy a napkorongon átvonuló és a napperemen eltűnő foltok nem egyszerűen a

vakító napfény miatt nem látszanak „tovább”, és nem sikerült az ő első szerény távcsöveivel struktúráját alig mutató foltokon a tényleges alakváltozásokról is megbizonyosodnia. De lehet, hogy nem is, vagy nemcsak — mai szóhasználatával élve — „észleléstechnikai” nehézségeknek tudható be Galilei sok vitát kiváltott szóban forgó késlekedése, hanem a tudományos haladást gátló világnézeti előítéleteknek, melyek ellen nem akart a teljes bizonyosság hiányérzetével, fel nem készülni kiállni.

A ma emberének igen nehéz beleélni magát abba, hogy mennyire forradalmian újat jelentett akkor a nem „makulátlan” Nap pusztá gondolata. Scheiner, noha első írásaiban még távolról sem foglalt állást a napfoltok szoláris karaktere mellett, ennek ellenére sem mert saját nevén a nyilvánosság elé lépni, és bizonyára komoly oka volt rá, hogy kezdetben álnév mögé rejtőzzék.

Közismert, hogy Galilei munkásságának oroszlánrészét — a szó szoros értelmében is — arra áldozta föl, hogy a kopernikuszi világkép általános elismertetését előmozdítsa és minden erre alkalmasnak ígérkező érvelést és megfigyelési tapasztalatot megragadott ennek igazolása érdekében. Nem vitás, hogy Galilei a napfoltok látszólagos mozgásából megismert naprotációban is az első perctől fogva ilyen bizonyítási lehetőséget igyekezett keresni. Sőt talán éppen ezen a ponton különös reményeket táplálhatott, mert aligha véletlen, hogy a félig-meddig kiprovokált Galilei-féle Welser-levelekben szólott a nagy nyilvánosság előtt először *Copernicus* mellett. Míg a Nap forgását legkimerítőbben közel két évtizeddel később a Dialógusokban félreérthetetlenül ezzel a céllal (ámbar tudjuk: teljesen hiábavalóan) fejtegeti.

Összegezve: valószínűleg a kopernikuszi világkép beigazolásáért történő nyílt küzdelem elindítását nem találhatta még Galilei eléggé megéretni azon időben, mikor a napfoltokat felfedezte és feltehetően ez is hozzájárulhatott ahhoz, hogy vonakodott új felismerésének gyors közlésétől.

A legkorábbi Galilei mű (*Intorno alle cose, che Stanno in su l'acqua, o che in quella si muovono*), amely a napfoltokat már említi, 1612-ben jelent meg. De, ha valaki csupán egész röviden, néhány szóval óhajtja körvonalazni a napfoltokra vonatkozó legfontosabb ismereteket, leghelyesebb ma is, ha egyszerűen nagyjából szóról-szóra idézi Galilei, ezen írásában található, kitűnő összegezését. E szerint: „... a napfoltok a Nap teste felületének anyagához tartoznak, ahol folyamatosan nagyban keletkeznek, majd egyesek rövidebb, mások hosszabb idő alatt eltűnnek és a Nap forgása folytán, amely körülbelül egy holdhónap alatt végez egy periódust, körbe vitetnek; önmagában is igen jelentős (grandissimo) tény ez, de még inkább (maggiore) az ennek következménye.”

D — 8

GALILEI HOLD- ÉS BOLYGÓKUTATÁSAI

A Hollandiában, 1608-ban felfedezett távcső híre a következő évben, egy francia ismerőse, *Jacques Badouère* levelével érkezett Galileihez. Az optikában járatos tudósnak — úgy látszik — nem okozott különösebb nehézséget, hogy gyors egymásutánban több távcsövet építsen magának. Ez a találmány nem is kerülhetett volna jobb kezekbe. Galileinek a műszerek tervezésében való jártassága, állandóan forrponton tartott tudományos érdeklődése, az összefüggések keresése és objektív megítélése, szinte páratlan következetessége és gondossága most érlelte meg a Kopernikusz által ültetett csemete gyümölcseit.

Miután a földi tárgyak, tájak távcsövön át való szemlélésének első izgalmas élményeivel betelt, Galilei a csillagos ég felé fordította a csodálatos csövet.

A legelső nagy meglepetést valószínűleg a Hold távcsövön át megpillantott képe szerezte számára. Erről az élményéről számol be elsőnek a *Sidereus Nuncius*-ban (1610). Az újhold utáni napokban a megvilágított és megvilágítatlan holdrész határát nem szabályos, éles görbe („tojásdad”) vonalnak látta, mint azt szabályos gömbfelületen látnia kellett volna, hanem egyenetlen, zezzugos ábrának, mint azt munkájában közölt rajzán bemutatja.

Galilei észrevette, hogy a növekvő Hold még árnyékban levő felén, a terminátorhoz közel cső helyeken apró, majd egyre növekvő fénypontok jelennek meg, amelyekben nem volt nehéz felismernie a földi hegyvidékeken napkelte idején tapasztalható jelenségeket. A Holdon tehát hegyek, völgyek, síkságok vannak, akárcsak a Földön.

A dogmává merevített, akkor uralkodó arisztotelészi felfogás szerint minden égitest hibátlan gömb alakú, mert a gömb a legtökéletesebb a testek között. A Galilei által állandóan figyelt holdfelszín viszont ettől eltérő képet mutat. A páduai tudós már rövid órák alatt is észrevehető változásokat észlelt távcsövével a holdhegyek megvilágításában, és elképzelhetjük, hogy aligha alhatott sokat 1609 végén a holdas éjszakák során.

Az égitestek tökéletes gömbalakjába vetett hit terén ütötte a távcső az első rést az arisztotelészi dogmarendszeren, a megfigyelés először került szembe az Egyház által is vallott felfogással.

Galilei ez után — vagy inkább e közben — a csillagos ég más tájai felé fordította távcsövét. A Tejút apró csillagok halmazára bomlott, az ismerős csillagképek fényesebb csillagai között pedig tucatszám pillantotta meg azokat, amelyeket a jószeműek sem láttak még soha. A Plejádok 6 vagy 7 csillaga helyett például 36-ot olvasott meg távcsöve szűk látómezejében.

Ilyen irígylésre méltó élmények között érkezett el 1610. január 7-e. Ezt a napot tekinthetjük talán a rendszeres távcsöves csillagászati kutatás kezdő mérőöldkövének. Galilei ugyan még nem sejtette ezt akkor, csak napok múlva döbbent arra, hogy az új, heliocentrikus világ kapujának eddig elrejtett kulcsa került a kezébe.

A Sidereus Nuncius lapjairól ma, három és fél évszázad távolából is felénk süt a felfedezés izgalma. Ha erről az időről írunk, ma sem tehetünk jobbat, mint hogy magának a felfedezőnek szavait idézzük:

„Amint 1610. január 7-én az éj első órájában a



21. ábra. Galilei rajza (fent) és a Sidereus Nuncius-ban közölt rajmszket (lent) a Hóváról utolsó negyed idején. A rajzon felismerhetők az Alpok és Appeninek átnyúlás rombolai. A gyűrűságyú valószínűleg a Ptolemaeus



22. ábra. Galilei rajza a Holdról

csillagokat néztem távcsővel, a Jupiter rajzolódott ki előtttem... Észrevettem mellette 3 kis, de jól kivehető csillagot. Noha állócsillagoknak véltem őket, meglepett, hogy az ekliptikával párhuzamos egyenes mentén helyezkednek el. Helyzetük a Jupiterhez a'következő volt:

Ori. * * ○ * Occ.

Kelet (oriens) felé két csillag állt, nyugat (occidens) felé egy...

Amint január 8-án megismételtem a megfigyeléseket, egészen más helyzetet találtam: mindhárom csillag nyugat felé állt, közelebb a Jupiterhez és egymáshoz, és a köztük levő távolság egyenlő volt, mint a rajz mutatja:

Ori. ○ * * * Occ.

Gondolkozni kezdtem, hogy mi módon juthatott a Jupiter a csillagoktól keletre, hiszen az előző este még nyugat felé állt két csillagtól. Attól tartottam, hogy az előre számításokkal ellentétesen mozog és túlhaladott a két

csillagon. Ezért a legnagyobb kíváncsisággal vártam a következő éjszakát, de csalódtam reményeimben: az eget mindenfelé sűrű felhők takarták. Végre január 10-én a csillagok a következő helyzetet mutatták a Jupiterhez:

Ori. * * ○ * Occ.

Amint ezt láttam és meggondoltam, hogy a Jupiter mozgása semmiképpen nem idézheti elő ezt a helyzetet... kételyeim bámulatra változtak: rájöttem, hogy a látszó változás nem a Jupiter, hanem a három csillag mozgásának tudható be... a megfigyeléseket még odaadóban és pontosabban kell folytatnom.

Január 11-én a következőket láttam:

Ori.

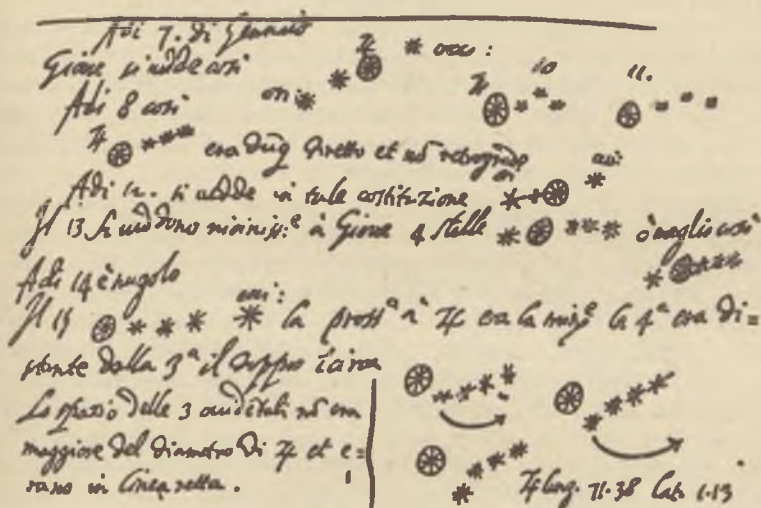
*

*

○

Occ.

Csak két csillag volt kelet felé, ezek közül a nyugatabbra eső háromszor volt távolabb a Jupitertől, mint a keleti kísérőtől, noha az előző éjjel a távolságok egyenlők voltak. Ezzel bebizonyítottam tartottam hogy a három kísérő a Jupiter körül kering, akár a Merkúr és a Vénusz a Nap körül. . .”



23. ábra. Galilei naplójegyzetei a Jupiter-holdak felfedezése idejéből

Néhány nap múlva Galilei meglátta a negyedik Jupiter-holdat is.

„Ezek az első megfigyeléseim — írja tovább — az általam nemrégiben felfedezett négy Medici-bolygóról. . . Kitűnő bizonyítékok kaptunk, hogy szétzúzzuk azok kételyeit, akik ugyan tagadják a bolygók kopernikuszi értelemben vett napköri keringését, egyetlen holdnak — a mi Holdunknak — földköri futását viszont elfogadják. . . Most már nemcsak egy bolygónk van, amely körülkering egy másikat. . . hanem saját szemünkkel láthatunk négy kísérőt keringeni a Jupiter körül, mint a Hold jár a Föld körül; és az egész rendszer egy hatalmas pályán 12 év alatt kerüli meg a Napot.”

Galilei ugyan nem tudta pontosan előre számítani a jupiter-holdaknak a Jupiter előtt, ill. mögött való elhaladási időpontját, de sejtette, hogy a pályák szabatos elemeinek ismeretével a holdak fogyatkozásainak pillanatait — mint az egész Földre érvényes világidőnek adott pont-

jait — távcsővel megállapítva a megfigyelési hely földrajzi hosszúságát meg lehet határozni. A tengerészeti navigáció már régóta nélkülözött ilyen módszert, de a spanyol admirális, amelynek Galilei az eljárást felajánlotta, nem látta be annak óriási jelentőségét. Amikor a holland kormány kezdett érdeklődni a csillagászati navigáció e módja felől, Galilei már az inkvizíció szobafogságát töltötte és a protestáns állammal nem merte megkötni az egyezményt.

1610 májusában Galilei Firenzébe, *Medici II. Cosimo* fejedelem udvarába került. Itt kezdte tanulmányozni a Szaturnuszt.

A 30-szoros nagyítású távcsövén át figyelt bolygó különös alakja azonnal feltűnt neki. A gyűrű-természetet nem ismerhette fel, és a két oldalon látott dudorokat két kisebb gömbnek képzelte, amelyek a bolygóval együtt, de azzal nem érintkezve, az ekliptikával párhuzamos egyenes mentén sorban helyezkednek el: $\circ \circ \circ$ Galilei szerint a középső gömb háromszorosa a szélsőknek.

Galilei, akit ugyan távcsöve már számos meglepetésben részesített, érthető módon nem merte közzétenni ennek a merőben szokatlan égitest-alakzatnak hírért. Hogy mégis biztosítsa a maga számára a prioritást — okulva a Scheinerrel, Mariusszal és másokkal a napfoltok felfedezése miatt vívott áldatlan harcaiból —, a kor szokása szerint érthetelen betűhalmazt, *logogrifet* alkotott megfigyelésének eredményét tartalmazó latin mondatból: *smaismicmlmbpobtaleumibvneurgttaviras*. Ezt küldte el ismerőseinek, tudós barátainak. Kepler hosszú próbálkozások után sem jött rá a helyes megfejtésre. Végül maga Galilei rakta számára sorba a betűket: *Altissimum planetam tergeminum observavi* (a legmagasabb — vagyis a legtávolabbi — bolygót hármas ikernek észleltem).

Ha Galilei szigorú rendszerességgel tudta volna figyelni a Szaturnuszt, valószínűleg kiegészíthette volna észleléseit. Amint azonban 1612-ben újból tanulmányozni kezdte ezt a bolygót, megdöbbenve látta, hogy a kísérők nyomtalanul eltűntek mellőle. Előző megfigyeléseit érthetetlenül téveseknek minősítve nem figyelte többé a hármas iker-bolygót, pedig néhány hónap múlva újra megláthatta volna az 1612-ben éppen élével felénk forduló gyűrűt.

Ennél jelentősebb volt a Venusz megfigyelése.

1611 októberében a bolygót éles határvonalú, teljesen szabályos kör alakú korongnak látta. Ez után az alak egy ideig nem változott, majd — Galilei szerint — napok alatt félkörre vált. A további hetek folyamán a bolygó keskeny sarlóalakot öltött. A konjunkció után újra látható sarló iránya az ellenkezőre változott.

Galilei azt állította, hogy a megfigyelési időszakban a bolygó korongjának átmérője az ötszörösére nőtt (a valódi átmérő-viszony ezzel ellentétben kb. 1 : 1,5 volt).

Mindezek az első kezdetleges megfigyelések is határozottan bizonyították, hogy a Venusznak saját fénye nincs, a Nap visszavert fényében világlt és a földpályán belüli pályán a Nap körül kering.

A Merkúr sarlóalakját Galilei már 1610-ben észrevette, de minden igyekezete, sőt a jezsuiták felkérése ellenére sem volt képes még egyszer határozottan felismerni a Merkúr fázisait.

A Mars képének a körtől való időnkénti eltéréséről Galilei nem emlékezik meg, nyilván nem is tudott volna észrevenni csekély nagyságú távcsöveivel ilyen kismérvű különbséget.

Az 1610-től kezdve közzétett megfigyelési anyag a magukat természettudósoknak tartó arisztoteleánus filozófusokat és az egyház teológusait egyaránt nyugtalanította, majd a leghevesebb ellenkezést váltott ki belőlük. Elsősorban a távcsöves megfigyelés objektivitását tagadták. Galilei keservesen panaszkodott, hogy hiába győződött meg ezer és ezer alkalommal arról, hogy a távcsőben látott kép a valóságot tükrözi, nem tudta erről meggyőzni ellenfeleit. Egyetemi tanárok és tudós jezsuiták pedig egyenesen megvádolták azzal, hogy távcsövei csak megfelelő előzetes preparálás után mutatják a Jupiter-holdakat.

Az ókori, tökéletes gömbalakról vallott nézetet a végsőkig védelemzők közül a tudós *Clavius* (akinek nevével az 1582-es naptárreform kidolgozói között találkozunk) azt tételezte fel, hogy a Hold — nyilván általa is látott — hegyeit-völgyeit egy teljesen átlátszó és tökéletesen szabályos kristálygömb felületet burkolja. Így igaza lehet a távcsőnek is, Arisztotelésznek is.

Sokkal komolyabb támadás indult meg Galileinek a kopernikuszi heliocentrumos felfogás igazolására felhozott, távcsöves megfigyelések-adta érvei ellen, mert ezek már nemcsak a peripatétikus filozófiai iskola dogmaival, de a Biblia állításaival is ellentétben álltak. A harc egyes részletei közismertek, és tudjuk, mi lett a vége az egyenlőtlen küzdelemnek. Az 1616-os és 1633-as Galilei-perben az egyház nemcsak Galilei, hanem Kopernikusz felett is pálcát tört. Ebben az időben azonban már megszülettek a Kepler-törvények, amelyek természetesen már eleve feltételezték a heliocentrumos világképet. Az utódok tökéletesítették a távcsöveket, és a Galilei által tört úton haladva megerősítették, kiegészítették, esetleg módosították, de a lényegét tekintve igazolták az első megfigyeléseket. Megszületett az újkori tudományos csillagászat, melynek első, legdicsebb lapjain ott állnak Galilei neve mellett a naprendszer tagjaira vonatkozó első, megrázó erejű távcsöves észlelések.

GALILEI TÁVCSÖVEI

A csillagászat barátai ma már amatőrfokon is sokkal tökéletesebb távcsövekkel vizsgálják az égitesteket, mint amilyenek Galileinek rendelkezésére állottak. Galilei korszakalkotó felfedezéseinek értékeléséhez ismernünk kell azokat az eszközöket, amelyek e nagy tudós kezében először irányultak az égbolt felé.

Nagyszerű alkalom erre a mostani, amikor Galileo Galilei születésének 400. évfordulóját ünnepli az egész világ.

Szerettünk volna a szűkszavú leírásokon túlmenően többet tudni Galilei távcsöveiről, de sem az életrajzokban, sem a távcső történetét ismertető könyvekben nem találtunk részletesebb leírást. A firenzei múzeumban őrzött távcsövek fényképét ismertük, de semmi közelebbi adat nem tájékoztatott bennünket a távcső hosszáról, az objektív és okulár méreteiről, valamint a vele elért nagyításokról. Csupán annyit tudtunk, hogy az első távcső 9—10-szeres, a későbbi pedig kb. 30-szoros nagyítású volt.

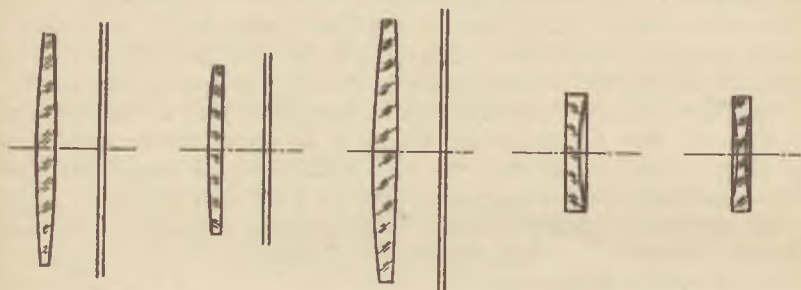
A Jenaer Rundschau 1962/6 számában *August Sonnefeld*, hivatkozással *Vasco Ronchi* adataira, részletesen közli Galilei távcsöveinek legfontosabb jellemzőit.

Azt is tudjuk, hogy a távcső objektívje egyszerű gyűjtő lencse volt, okulárja pedig negatív lencse, — hiszen az irodalomban azóta is az ilyen összeállítású távcsövet nevezzük Galilei-féle vagy hollandi távcsőnek.

Jól tudjuk azonban a gyakorlatból, hogy az egytagú objektív, amely voltaképpen hasonló a régi típusú szemüveglencsééhez, sokféle hibával terhelt. Leképezési hibát okoz a gömbi (szférikus) eltérés, mert a végtelenből érkező sugárnyaláb számára a perem gyújtótávolsága rövidebb, mint a középső részé, azonkívül a lencse a prizmahatás következtében az égitestek fényét színeire bontja és az üveg törésmutatójától függően más a vörös, a zöld és a kék színű sugaraknak a gyújtótávolsága. Ez a hiba is rontja a kép tisztaságát, minthogy az égitestek pereme színgyűrűvel koszorúzott. Újabb hibaforrást okozhat, ha az optikai felület görbületi középpontja nem esik egybe a távcső optikai közép-

pontjával, ami abból származik, hogy a lencse pereme körben nem egyforma vastag, ha kismértékben is, de ék alakú. Ez a hiba a felület nem tökéletes megmunkálásával együtt újabb torzítások forrása. Márpedig a XVII. század elején, ha készítették is már szemüveglencsét, az optikai technológia még nem lehetett valami magas fokon.

Mi módon sikerült tehát Galileinek ezeket a hibaforrásokat úgy lecsökkenteni, hogy távcsöveinek segítségével meglássa a Hold felszíni alakzatait, a Vénusz sarlóját és a Jupiter hodjait, valamint a napfoltokat?



24. ábra.

V. Ronchi az *Universo* c. lap 1923. IV. 10. számában közölte már a lencsék adatait és vizsgálatainak egyéb eredményeit, éppen ezért különös, hogy e régen közölt adatok nem terjedtek el kellőképpen.

A Ronchi-féle beszámoló három objektívről és két okulárról szól. Sajnos a legjobb lencse törött, de ennek jellemző adatait is sikerült megállapítani. A lencsék jellemző adatait következő táblázatunk közli:

	F	R_1	R_2	n	D	d	v
I. objektív	132,7	99,55	346,5	1,58	5,1	2,6	0,25
II. objektív	95,6	53,5	50 50,0	1,55	3,7	1,6	
III. objektív (törött)	168,9	94,16	1436,3	1,523	5,8	3,8	0,40
I. okulár	-9,52	∞	4,85	1,509	3,6	1,1	0,30
II. okulár	-4,88	5,15	5,15	1,527	1,7	1,6	0,18

A méretdatok centiméterben értendők, F = gyújtótávolság, R_1 és R_2 a görbületi sugarak, n = törésmutató, D = lencse átmérő, d = a használt fényrekesz (blonde), v = a lencse vastagsága. A II. okulár teljes átmérője 2,2 cm, az 1,7 cm a megmunkált felületre vonatkozik.

Azonnal szembetűnik az objektívek vastagságainak kis értéke. (I. 24. ábra.) A gyakorlati tapasztalat azt mutatja, hogy ilyen átmérő—

vastagság viszony mellett a felület állandóságát biztosító megmunkálás igen körülményes. A lencsét megmunkálás közben ugyanis fel kell ragasztani s ha az üveg vékony, rugalmassága miatt könnyen elhúzódik, deformálódik. Csupán a III. objektív vastagsága elég jó, de még az is alatta marad a szokásos $1:10$ — $1:7$ aránynak. Ennek megfelelően ugyanis ennek a lencsének is 6 — 8 mm vastagságúnak kellene lenni.

A kitűnően megmunkált egyszerű lencse képalkotásában is nagy szerepe van a törésmutatónak, illetve a színszórás mértékét kifejező ún. *Abbe-számnak*. E tekintetben az I. objektív a legkedvezőtlenebb. Színszórása eléri a flintüvegek színszórását, ami meg is nyilvánul a lencse erős színi hatásában. A II. objektív ebből a szempontból sokkal jobb. Az I. objektív feloldóképessége Ronchi vizsgálatai alapján $20''$, a másodiké $10''$. Az égitestek felszíni képződményeinek vizsgálatában ez az adat igen fontos. Minél kisebb a felbontás ívmásodpercekben kifejezett értéke, annál nagyobb felbontóképességről beszélünk, annál kisebb méretűek azok a tárgyak, amelyeket a távcső elkülönítve mutat. A II. objektív maximálisnak vehető elméleti felbontóképességének $7''$ -nek kellene lennie a használt blendével számítva, s mint látjuk, igen közel áll a talált érték ehhez.

Képalkotás szempontjából a III. objektív a legjobb, — amely sajnos törött állapotban van. Jóságát több tényező is magyarázza. Vastagsága ennek a legnagyobb, illetve az átmérő—vastagság viszony itt a legkedvezőbb a három közül. A megmunkálás folyamán fellépő deformációk veszélye itt volt a legkisebb. Ennek a lencsének törésmutatója, illetve színszórása a legkisebb, ami a színi hiba jelentéktelenségében nyilvánul meg. A két határoló felület görbületi sugarainak aránya itt a legideálisabb ahhoz, hogy a másik, képalkotást rontó tényező, a gömbi eltérés minimális legyen.

A lencse törésmutatója alapján számított legkedvezőbb görbületi sugárarány $1:7$ lenne, s itt $1:15$, ami még mindig igen jó arány. Mint látjuk, nemcsak az objektív arányában, hanem a valóságban is itt a legnagyobb a blende nyílása, az átmérőnek $2/3$ -része. A többinél a szűkítés mértéke sokkal nagyobb volt ahhoz, hogy használható képet lehessen kapni.

És valóban, — ez volt az a távcső, amellyel Galilei a Jupiter-holdakat felfedezte.

Az egyszerű lencsék felületi megmunkálásában Galilei idejében még ismeretlen volt a Newton-színgyűrűn alapuló próbaüveges ellenőrzés, hiszen akkor még ezt a jelenséget sem ismerték. Ismeretlen volt az is, hogy a két görbületi sugár megválasztásának nagy szerepe van a szférikus aberráció értékében. Elgondolkodtató, hogy már akkor a felületeket különböző görbületekkel készítették, mintha már sejtették volna ennek jelentőségét, ha a pontos összefüggéseket nem is ismerték.

Ha tekintetbe vesszük, hogy akkor még a törés törvénye sem volt pontosan megfogalmazva — akár az olasz optika fejlettségének, akár pedig Galilei optikai kísérletező zsenijének tulajdonítjuk is az eredményt — a görbületi sugarak alkalmazott aránya csodálatra méltó teljesítménynek számít, ha feltételezzük, hogy nem csupán a véletlen műve volt.

Ismeretesek az objektívek és az okulárok gyújtótávolságai. Ezeknek segítségével az F/f viszony alapján számítható nagyítási értékeket a következő táblázat adja.

I obj. $F=132,7$ cm	II obj. $F=95,6$ cm	III obj. $F=168,9$ cm	
I ok. $f = -9,52$ cm	14 x	10 x	17,8 x
II ok. $f = -4,88$ cm	27 x	19,6 x	34,6 x

Az elérhető nagyítások a lencsék kombinációival tehát 10 és 34,6 közé esnek.

Egy percig sem kételkedhetünk abban, hogy Galilei már ismerte a nagyítás összefüggését az objektív és az okulár gyújtótávolságával. Jó volna tudni, vajon tett-e kísérletet arra nézve, hogy a nagyítást fokozza. Elérhetett volna sokkal nagyobb objektív-gyújtótávolságot, vagy kisebb okulár-gyújtótávolságot, s így a nagyítás elérhette volna akár a százszorosát is. Ha tett is ilyen kísérleteket, tapasztalnia kellett, hogy a nagyítás növelésével egyre szűkül a látómező. Hiszen már így is az I. és II. objektívvel elérhető látómező nem haladta meg a 15 ívpercet, vagyis a Hold és a Nap korongjának már csak fele fért el a látómezőben. Az állvány stabilitása nem valami megbízható volt, s bizonyos, hogy meglevő távcsöveivel is sokat kellett kínlódnia, amíg a kiszemelt égitestet megtalálta. A nagyobb nagyítás csak fokozta volna ezeket a nehézségeket.

Kétségtelen, hogy ha Galilei csupán optikus és csillagász lett volna, sokat köszönhetünk volna találékonyságának. Talán sokirányú egyéb elfoglaltsága mellett ideje sem volt ahhoz, hogy többet törődjön a távcső tökéletesítésével. Különben is volt idő, amikor a Szentszék kellemetlenkedései miatt hosszú időre abbahagyta a csillagászkozást és inkább fizikával foglalkozott.

Ennek a kornak szellemét ma már nehéz megérteni. Az optika fejlődését dogmatikus tételek is hátráltatták. Mint Sonnefeld írja, 1600 előtt hosszú időn át tilos volt például a gyújtólencsét nagyító lúpeként alkalmazni, mert — úgymond — a lencsén át kapott kép meghamisítja a dolgokról szerezhető információkat. Eleget kellett vitatkozni Galileinek is a peripatetikussal, hogy a távcsövén át látott dolgok a valóság hű ábrázolásai.

Sokat vitatott kérdés, hogy végeredményben ki volt a távcső felfedezője. Végeredményben ez a kérdés talán nem is olyan fontos, mint amilyen jelentőséget tulajdonítanak neki.

Több életrajzíró is emberi hibaként említi, hogy Galilei a távcső felfedezését magának vindikálta, holott köztudomás szerint amikor első távcsövet készítette, már tudott ilyen eszköz létezéséről. Mivel azonban ekkor még hiányoztak azok az optikai ismeretek, amelyek a távcső szerkesztéséhez szükségesek, Galilei munkássága valóban sok tekintetben úttörőnek bizonyul.

Az 1830-ban megtalált dokumentumok szerint Hollandia kormánya 1608. okt. 2-án egy szabadalmi kérvényt tárgyalt, amit *Johann Lippershey* nyújtott be egy eszközről, amivel a távolba lehet látni.

Vele csaknem egyidőben *Jakob Metius* is szabadalmat kért. Mindketten a hollandiai Middelburgban lencsecsiszolók voltak. A holland kormány azzal utasította el Lippershey kérését, hogy ez az eszköz akkor már ismert volt. Ennek ellenére több távcsövet is rendelt Lippershey-től, de tanácsolták neki, hogy az egészet tartsa titokban.

Később *Zakarias Janssen* igényelte a felfedezés elsőbbségét, aki a hollandiai Alkmarban volt lencsecsiszoló. Szerinte ő már 1590-ban készített hasonló távcsövet.

P. Borelli szerint Janssené az elsőség, minthogy ő egy 40 cm hosszú távcsövet készített a nassaui Moritz hercegnek jóval Lippershey bejelentése előtt. A herceg azonnal felismerte az eszköz hadászati jelentőségét és pénzt adott Janssennek, hogy tartsa titokban a felfedezést.

Mindezt azonban Borelli mások elbeszélései alapján hallomásból tudta és nem tulajdonított neki bizonyító erőt az elsőbbség kérdésében.

Vannak, akik *Giovan Battista della Porta* (más néven Giambattista della Porta) nevét említik. Ez az érdekes ember 1538—1615-ig élt főként Nápolyban. Mágiával, költészettel, alkimiával és optikával foglalkozott. Ismerte a Camera obscurát, foglalkozott a fénytöréssel és a lencsék összetételével s könyvet írt „De refractione” címmel. Utolsó írásaként jelent meg a „De Telescopio” c. műve, aminek kéziratát régóta fektette s élete végén írta újra. Sorsa fölött keseregve halt meg, mert nem őt ünnepelték a távcső felfedezőjeként, noha ő annak tartotta magát.

Lippershey és Motius beadványa után 9 hónappal értesült Galilei a nagyszerű holland felfedezésről. Semmit nem tudott a távcső konstrukciójáról, csak annyit tudott, hogy van ilyen eszköz. Hamarosan el is készítette első távcsövet, mely háromszorosan nagyított. 1609-ben és 1610-ben már olyan távcsövei voltak, amelyek alkalmasak voltak a holdfelszín vizsgálatára, a Vénusz sarlóalakjának felismerésére, a jupiterholdak felfedezésére, a Szaturnusz különleges alakjának megpillantására és a Tejút csillagokra bontására.

Talán az sem döntené el a távcső felfedezésének elsőbbségét, ha a közel 400 éves múlt minden dokumentuma előkerülne. Végeredményben más volt az az eszköz, amit Lippershey, Metius, Janssen és Porta készített.

hetett, mint amivel Galilei ajándékozta meg a világot. És helyesen ítéli meg Sonnefeld a kérdést, amikor azt írja, hogy éppen olyan nehéz ezt eldönteni, mint azt, hogy ki készítette az első gyűjtőlencsét. És nagyon helyesen látja a dolgot a filozófus Descartes, aki rámutat, hogy abban az időben az optikai eszközök készítése inkább játékos próbálgatás volt, mint céltudatos törekvés.

Ma már senki nem vitatja, hogy Galilei előtt a földi célra használt távcső ismeretes volt. Galilei munkásságának jelentősége abban nyilvánul meg, hogy azonnal felismerte jelentőségét és a hallomásból szerzett ismeretek alapján maga készítette el a távcsövet. Mindjárt a legilletékesebb helyen mutatta be és csillagászati célra is ő alkalmazta első ízben. Ebben az időben talán Keplert kivéve senkinek a kezében nem válhatott volna ez az eszköz a tudományos kutatás műszerévé. Ehhez Galileire volt szükség, aki keresve kereste a bizonyítékokat az új világkép igazolásához, amely szelleme számára már valóság volt.

400 éve született Galilei. 355 éve annak, hogy megkezdte távcsöves felfedezéseinek sorát, aminek nyomán új korszak nyílt a Világegyetem megismerésének történetében.

Hány ember élt és halt meg az elmúlt 355 év alatt anélkül, hogy tudomást szerzett volna erről? A ma élő három milliárd ember között is mily kevesek azok, akik látták már azt, amit Galilei látott!

Ifjúságunk nagyrésze úgy nő fel, hogy csak olvas és tanul ezekről a nagy felfedezésekről, de saját szemével még nem látta azokat.

Ha méltón akarjuk megünnepelni Galileit, akkor tennünk kell azért is valamit, hogy ezt az évszázados mulasztást pótoljuk.

Tegyünk meg mindent azért, hogy egyetlen iskolát ne hagyhasson el a tanuló anélkül, hogy legalább annyit ne lásson az égből, amennyit Galilei 355 évvel ezelőtt látott.

Indítsunk mozgalmat, hogy minden iskola megszerezhesse Galilei első távcsövének mását és a nevelők e távcső mellett emlékezzenek e nagy szellemre, akinek munkássága volt alapja a mai természettudományos kultúránknak.

GALILEI, A TERMÉSZETTUDÓS

Galilei sokrétű tudományos munkásságát áthatja az a középkori eszmevilággal szembe forduló módszertani elv, hogy mind a földi, mind a Földön kívüli természetről megbízható ismereteket végső fokon csakis a természet tanulmányozása útján szerezhetünk.

A középkori fizika módszerei közé a pusztá megfigyelés sem tartozott, *Galilei* számára pedig a természet szavának figyelése, a természet vizsgálata nem is valamilyen meghatározott „munkaidőben” űzött foglalkozás volt, hanem végigkísérte úgyszólván életének minden pillanatát. A legmindennapibb olyan jelenségek sem kerültk el figyelmét, amelyek mellett generációk százai mentek el közömbösen és senkinek sem jutott eszébe, hogy a tudomány számára valami értékeset lehet belőlük kiolvasni.

Ki tudja, évszázadok során hány ember előtt himbálóztak már a középkori templomok hajójában felfüggesztett csillárok, de csak *Galilei*, a 19 éves diák látta először a pisai dóm egyik csillárjának lengését a természettudós szemével. Így fedezte fel az inga lengése periódusának függetlenségét a lengések amplitúdójától, ami csak kis kilengések esetén és csak közelítőleg áll fenn. Későbbi tevékenységére is jellemző, hogy felfedezését mindjárt a gyakorlatban, az érverésnek és más rövid időközöknek mérésére igyekezett alkalmazni. Az érverések számának mérésére különleges orvosi műszert, — pulzilogiumot — szerkesztett.

Élete végén egyébként közel járt az ingaóra feltalálásához is, halála akadályozta meg, hogy ez a dicsőség ne őt, hanem *Hughenst* illesse.

A pulzilogiumon kívül azonban számos más gyakorlati hasznosságú felfedezést tett. Ilyen pl. a termoszkóp, a hőmérő őse, a mérnöki és hadászati gyakorlatban használt redukciós körzője, hidrosztatikus mérlege, melyet alkalmassá tett a különböző fémek és drágakövek fajsúlyának meghatározására.

Páduai egyetemi tanárkódása idején világosan megfogalmazza az egyszerű és összetett gépek elméletét: „Az amit erőben nyerünk, sebességben elvesztjük; de minthogy kevés az erőnk és sok az időnk,

ebből következik a gépek hasznossága.” Ezzel kapcsolatban már használja az erő nyomatékának fogalmát.

A gyakorlati eredményekre vezető kiváló megfigyelési hajlama ösztönözte a természetkutatásnak még hatásosabb módszerére, mely nem éri be a pusztá megfigyeléssel, annak tudomásulvételével, amit a természet spontán nyújt az embernek. Galilei a természet tervszerű vallatását, a kísérleti megfigyelést tette a kutatás fő módszerévé. A kísérleti megfigyelés meghatározott elvekből indul ki. A kutató matematikailag és logikailag következetes előfeltételeket dolgoz ki a természet megfigyelése számára. Az előfeltételekből matematikai levezetéssel törvényszerű összefüggésekhez jut. A matematikai bizonyítás helyessége azonban még nem dönti el, hogy a természetben valóban létezik-e a feltételezett összefüggés. Csak ha a tapasztalat, a kísérlet igazolja a matematika segítségével kifejezett összefüggés helyességét, beszélhetünk természeti törvényről. Így alkalmazta Galilei a matematikát a természet megismerésére és ez az értelme annak a híres tételének, hogy „A természet könyve a matematika nyelvén van írva.”

Galilei tudományos eredményeiről, így csillagászati felfedezéseiről, bizonyos fizikai kutatásairól az Évkönyv más cikkei is beszámolnak. Még nagyon sok eredményét fel lehetne sorolni, a sokféle jelző között, amivel Galileit illették, megtalálható pl. az akusztika megalapozója, vagy a ballisztika atyja is.

De a mai ember számára csillagászati felfedezésein kívül talán mindennél nagyobb jelentőségűek dinamikai törvényei, melyekkel az újabbskori mechanikát megalapozta. Amint távcsöves felfedezéseit a kopernikuszi világkép elismerésének szolgálatába állította, dinamikai törvényeivel fizikailag alapozta meg az új kopernikuszi szemléletet és védelmezte az évezredek hagyományokból fakadó téves ellenérvekkel szemben.

Galilei korában Kopernikusz rendszere, a Föld mozgásának felvetése ugyanis ellentmondásban volt nemcsak a mindennapi tapasztalattal, hanem az ókori mechanikából fakadó akkori dinamikai ismeretekkel is.

A régi mechanika a Földet abszolút nyugalomban levőnek, a Földhöz viszonyított mozgást pedig abszolút mozgásnak tekintette. A testek természetes állapota eszerint a nyugalom, mozgás pedig csak valamilyen erő hatására jöhet létre és a mozgás akadályozás nélkül is megszűnik, ha erő nem tartja fenn.

Kopernikusz ellenfelei ezek alapján a következő dinamikai érvekkel próbálták cáfolni a Föld mozgását: A Föld tengely körüli forgása következtében minden tárgynak, melyek nincsenek hozzárögzítve, ki kellene röpkönniük a világűrbe. A leejtett testnek nyugat felé eltérve kellene földet érnie, mert közben a Föld elforog alatta. A Föld nap körüli kerin-

gése miatt a szilárdan hozzá nem erősített tárgyaknak le kellene szakadniok a Földről és el kellene maradniok mögötte.

Galilei életműve egyik fő feladatának tekintette, hogy megcáfolja a kopernikuszi rendszer ellen felhozott dinamikai jellegű ellenvetéseket. S miközben átütő sikerrel oldotta meg ezt a feladatot, fizikailag megalapozta Kopernikusz rendszerét és lerakta az új dinamika alapjait.

Dinamikájának egyik fontos alapelve az általa felfismert tehetetlenség törvénye, mely Newton későbbi megfogalmazása szerint úgy szól, hogy „minden test megőrzi nyugalmi állapotát, vagy egyenesvonalú egyenletes mozgási állapotát, amíg és amennyiben a reá ható erők következtében nem kényszerül ezen állapot megváltoztatására.”

Ennek a törvénynek lényege, hogy az egyenesvonalú egyenletes mozgás a testek természetes állapota, melyhez erőhatás nem szükséges. A mozgás akadályozás nélkül nem szűnik meg, a mozgó test magától nem tud megállni, hanem megőrzi sebességét. Az erő szerepe nem az, hogy a sebességet fenntartja, hanem *megváltoztatja* a sebességet. Galilei az erő sebességváltoztató, vagyis gyorsulást okozó hatásának kimondásával tulajdonképpen már Newton második törvényének magvát is körvonalazta, s így megfogalmazta a legfontosabb dinamikai alapelveket. Newtonnak ezeket már csak a hatás-ellenhatás elvével kellett kiegészítenie.

Kérdés azonban, hogy Galilei, aki a természetkutatás fő módszerévé a természet tervszerű kikérdezését, a kísérletet tette, hogyan ismerte fel a tehetetlenség törvényét. A Földön ugyanis a súrlódás és közegellenállás miatt minden magára hagyott test mozgása fokozatosan megszűnik, kísérletileg nem lehet kimutatni, hogy a mozgó test magától nem tud megállni, hanem megtartja egyenesvonalú, egyenletes sebességű mozgását.

Galileit a szabadesés törvényének megtalálása érdekében végzett híres lejtő-kísérletei vezették rá a tehetetlenség törvényére.

A szabadesés törvényének megfogalmazása jellemző arra a módszerre, melyet Galilei a természet tervszerű vallatására alkalmazott. A tapasztalattal összhangban levő bizonyos előfeltételekből indult ki. Ezeket matematikai formába öntötte és ebből levezette a matematikai képlettel kifejezhető törvényszerű összefüggést. Tisztában volt azonban azzal, hogy a matematikai levezetés még nem bizonyíték. Ez csak akkor, és annyiban válik természeti törvénnyé, ha azt a természet szentesíti, vagyis a kísérlet igazolja.

Galilei abból a tapasztalattal összhangban levő feltevésből indult ki, hogy a Föld felszínének közelében a testeknek merőlegesen lefelé irányuló gyorsulásuk van.

Ezzel kapcsolatban a mechanikába Galilei vezette be a változó sebesség fogalmát is, melyet elemi matematikai eszközökkel vizsgált,

mert a differenciálszámítást akkor még nem ismerték. A sebesség egy másodperc alatti változása a gyorsulás.

A szabadon eső testek sebességének egyenletes növekedését Galilei a testre folytonosan ható erőnek tulajdonította, feltételezve, hogy állandó erő egyenlő időközökben állandó sebességnövekedést létesít.

Azon feltevés alapján pedig, hogy az esésnél a sebesség az idővel arányosan nő, Galilei elemi matematikai eszközökkel, grafikus módszerrel jutott az út-törvényhez: a szabadon eső test valamely időköz alatt megtett útja egyenlő azzal az úttal, amelyet a test ugyanazon idő alatt egyenletes mozgásában, a szabadesés végsebességének felével egyenlő sebességgel tenne meg. A szabadesés végsebessége $v = at$, tehát az út

$$s = \frac{1}{2} at \cdot t = \frac{1}{2} at^2$$

Ezen összefüggés érvényességét igazolta Galilei kísérlettel, ami nem kis ügyességet és ötletességet követelt meg, mert akkor még pontos órák sem voltak. A lejtőt használta fel, hogy a lejtő hosszúságát és magasságát változtatva a kezdetleges eszközökkel is ellenőrizhető csekélyebb gyorsulásokat kapjon. Kis bronzgolyó egy kb. 7,20 m hosszú és 30 cm széles deszkába vágott vályúban gördült le, az időt pedig egy nagy vödör aljából szűk nyíláson kifolyó víz súlyával mérte. A kis golyót a deszka különböző pontjaiból legörgetve mégis ki tudja mutatni, hogy az út valóban arányos az idő négyzetével. A matematikai levezetés ezáltal természeti törvénnyé lett.

A szabadesés út-törvényében azonban benne van a tehetetlenség törvénye is, mert az eső testek lépcsőzetes sebességemelkedése csak úgy lehetséges, hogy az *előző sebességük teljes egészében megmarad*.

Galilei a „Dialogo”-ban a tehetetlenség törvényét azzal a gondolat-kísérlettel szemlélteti, hogy egy golyó ereszkedő lejtőn gyorsul, emelkedőn viszont lassuló mozgással mozog, tehát az olyan tökéletesen sima felületen, mely se nem ereszkedő, se nem emelkedő, sem gyorsulásra, sem lassulásra nem lenne ok, és így egy tökéletesen gömbölyű golyó mozgása sohasem szűnne meg.

A példa frappáns, attól eltekintve, hogy súrlódás nélkül is gravitációs erőterben a golyó csak az erővonalakra merőleges felületen gurulhatna. Galilei különben sem fogalmazta meg általánosságban a tehetetlenség törvényét, ellenben kitűnően alkalmazta többek között például a hajtás pályájának meghatározásánál, mely rávezette az erőhatások függetlenségének felismerésére.

A szabadesés törvényéből következik, hogy az erő hatása nem függ a test mozgási állapotától, mert máskülönben nem nyerhetne a minden pillanatban más sebességű test az erő hatására ugyanakkora gyorsulást.

A nehézségi erő a vízszintesen elhajított testre tehát éppenúgy hat, mintha az nyugalomban lenne. A vízszintesen elhajított test tehetetlensége folytán egyenesvonalú egyenletes mozgást végez, ugyanakkor pedig esik, a szabadesés törvényének megfelelően. E mozgások és sebes-ségek nem zavarják egymást, hanem összetevődnek és ennek eredménye-képpen a hajított test pályája közelítőleg parabola lesz.

A tehetetlenség és az erőhatások függetlensége törvényének útján jutott el Galilei a nevét viselő relativitás elvéig.

E törvényekből következik, hogy pl. a mozgó hajó árbocáról leejtett kődarab megtartja a hajótól kapott sebességét, továbbra is együtt mozog a hajóval és úgy érvényesül rajta a szabadesés törvénye, mintha a kő nyugalomban lett volna. A kődarab mozgásából nem lehet megállapítani, hogy álló, vagy mozgó hajó árbocáról ejtették le.

Galilei a „Dialogo”-ban páratlan szemléletességgel fejti ki, hogy egy mozgó hajó valamely zárt helyiségében semmiféle mechanikai kísérlettel nem lehetne a hajó mozgására következtetni:

„Zárkózzék be valamely barátjával együtt egy lehetőleg tágas helyiségbe, amely egy nagy hajó fedélzete alatt van és engedjen be oda legyeket, lepkéket és egyéb hasonló kisebbfajta repülő állatot. Helyezzen el abban a teremben egy vízzel telt nagy edényt is, benne halakkal. Ezenkívül függeszzen fel a mennyezetre vödöröt, amelynek víze cseppen-ként folya egy másik, szűknyakú edénybe, amely az előbbi alatt van. Amíg a hajó nem mozog, megfigyelheti, hogy ezek a szárnyas állatok egyenlő gyorsasággal repdesnek, mindenfelé a szobában. Meglátja, hogy a halak is mindegy merrefelé úsznak; egyetlen vízcsepp sem fogja elkerülni az edény szűk nyakát. És ha valamely tárgyat dob oda barát-jának, nem kell nagyobb erőt alkalmaznia, hogy ezt az egyik irányban elhajítsa, mintha a másik irányban hajítaná, hacsak a távolságok egyenlőek. Ugrándozva is egyenlő távolságot tesz meg mindenfelé, bár merre ugorjék is. Figyelje hát jól meg mindezt, majd indítsa útjára a hajót tetszőleges gyorsasággal. Ha a hajó egyenletesen mozog, úgy nem fogja észrevenni a legcsekélyebb változást sem a fentebb felsorolt mozzanatokban és egyik mozzanat alapján sem tudja megítélni, mozog-e a hajó, vagy egyhelyben áll. Ugrándozva ugyanolyan távolságokat hagy maga mögött a padlón, mint előbb, vagyis annak következtében, hogy a hajó igen gyorsan mozog: nem fog ön nagyobbakat ugrani a tat felé, mint a hajó orra irányában, noha aközben míg ön a levegőben van, az alatta levő padló az Ön ugrásával ellentétes irányban mozdul el. Ha valamely tárgyat dob oda barátjának, nem kell nagyobb erővel elha-jolnia, ha barátja a hajó orra felé áll, Ön meg a tathoz közelebb, mint megfordítva. A cseppek, mint annakelőtte, belecsöppennek az alsó edénybe; egyetlen egy sem cseppen majd a tat irányában, annak ello-nére, hogy míg a csepp a levegőben van, a hajó jó néhány rőföt halad

előre felé. A halak a vízben nem úszkálnak majd nagyobb erőfeszítéssel az edény egyik oldala felé, mint a másik felé és egyforma fürgeséggel igyekeznek táplálékukhoz, az edény bármely sarkában helyeztessék is el az. Végül a pillangók és legyek, most is, mint annakelőtte, ide-oda fognak szálldosni s nem tartózkodnak inkább a hajó tatja felőli fal közelében, mintha elfáradtak volna követni a hajó futását, mert míg sokáig a levegőben tartózkodtak, mintha különváltak volna a hajótól. És ha némi tömjént gyújt Ön meg, úgy annak füstje felszáll, felhőként lebeg és közömbösen mozog bármely irányban. Annak oka pedig, hogy mindezek a cselekmények olyannyira megfelelnek egymásnak, abban rejlik, hogy a hajó mozgása egyképpen vonatkozik minden benne találhatóóra — a levegőre is. Ehhez pedig az szükséges, mint már mondtam, hogy fedélzet alatt legyünk.”

A tehetetlenség törvénye, az erőhatások függetlensége és a relativitás elve Galileinél szerves egységgé fonódik össze és ennek alapján megsemmisítő érvekkel cáfolta meg a kopernikuszi rendszer ellen felhozott dinamikai jellegű ellenvetéseket.

A tehetetlenség törvénye értelmében a testek esésük közben is megőrzik a Földtől kapott sebességüket, a Föld tehát nem foroghat el alattuk. A szabadon eső testek nem a függőlegesnek megfelelő pont mögött nyugatra, hanem éppen ellenkezőleg előtte, kissé keletre eltérve érnek földet, mert nagyobb magasságban a testek nagyobb kerületi sebességgel vesznek részt a Föld forgásában. A magasból leejtett test ezt a nagyobb sebességet őrzi meg esése közben is. Galilei szavaival: „... az már nem igaz, hogy a golyó (t. i. a leejtett golyó R. G.) nem kíséri a Föld mozgását, hanem lemarad tőle, inkább meg kell előznie, mert a Földhöz közeledvén a körforgásnak mind kisebb köröket kell leírnia; úgy, hogy a golyónak megőrizvén a levegőben felvett sebességét meg kell előznie mint mondtam a Föld forgását.”

A tehetetlenség törvénye adott magyarázatot arra is, hogy a Földhöz nem erősített tárgyak miért nem maradnak le a Nap körül keringő Föld mögött. A Föld felszínén található minden tárgy ugyanis együtt kering a Földdel a Nap körül. Ezt a mozgást megtartja akkor is, ha nincs hozzáerősítve a Földhöz, tehát nem szakadhat le a Földről és nem maradhat el mögötte.

A relativitás elve világossá tette, hogy miért nem érzékeljük a Föld napkörüli keringését és miért nem is lehet ezt a mozgást bármilyen mechanikai kísérlettel kimutatni.

Galilei tisztában volt azzal, hogy ezzel ellentétben a Föld tengelykörüli forgására magán a Földön lehetne bizonyítékokat találni. A forgómozgások dinamikáját azonban nem dolgozta ki és árapály elmélete, mellyel a Föld forgását kívánta bizonyítani, tévesnek bizonyult. Ő ugyanis a tengerjárást a Föld tengelykörüli forgása és napkörüli keringése eredő

mozgásából származó jelenségként értelmezte. Galileinak a forgó mozgásokra vonatkozó elgondolásaihoz még Newtonnak kellett megtennie a szükséges kiegészítéseket, és ezek után a Föld forgásának bizonyítékait csak később találták meg (*Foucault*-inga, a folyók *Coriolis*-féle gyorsulása, a passzát szelek viselkedése és más jelenségek). A Föld forgását bizonyítja az eső testeknek a függőlegestől kelet felé való eltérése is. Galilei azonban még nem ismerte fel, hogy ez a jelenség nemcsak a peripatetikusok érvelését cáfolja, hanem egyben a Föld tengely körüli forgását is bizonyítja. A *Coriolis*-féle tehetetlenségi erők ismeretében később tisztázódott, hogy a szabadon eső test keleti irányú mozgása miatt még kissé dél felé is kitér.

Teljesen indokolatlan volna azonban az a követelmény, hogy Galileinek kellett volna megoldania a mechanika valamennyi problémáját, és miközben oly kimagasló eredményekkel gazdagította a tudományt, ne követhetett volna el tévedéseket. A mechanikának Galilei által lerakott alapjait *Newton* tetőzte be, de Galilei szemlélete bizonyos tekintetben modernebb, mint *Newton*é.

Galilei a mozgástörvényeket a Naphoz rögzített koordináta rendszerre vonatkoztatta, amiért a Naprendszer középpontjával kapcsolatos vonatkoztatási rendszert Galilei-rendszernek nevezték el. A Galilei-féle rendszert és a hozzá képest egyenesvonalban és egyenletesen mozgó rendszereket tehetetlenségi vagy inercia-rendszernek is nevezik, mert ezekben érvényes a tehetetlenség törvénye. A Galilei-féle relativitási elv pedig azt mondja ki, hogy a mechanikai kísérletek egyetlen tehetetlenségi rendszert sem tüntetnek ki a másikkal szemben, valamennyi inercia-rendszer egyenértékű.

Galilei tehát nem tekintette a Naphoz rögzített vonatkoztatási rendszert valamilyen kitüntetett rendszernek, vagyis a Napot sem tartotta a Világegyetem mozdulatlan középpontjának. Relativitási elvéből következik, hogy a Világegyetemnek nem is lehet mozdulatlan középpontja, mert abszolút mozgás nincs a természetben. *Newton*nak az abszolút mozdulatlan térről vallott felfogása ehhez képest visszafelé lépést jelent.

Galilei előtt *Ousanus* és *Giordano Bruno* filozófiai meggondolások útján már tagadták a mozdulatlan középpont létezését, a relativitási elvben ez a gondolat pedig fizikai megfogalmazást nyert. S miként a filozófus *Bruno* a mozdulatlan középpont elejtésével ráeszmélt a világ végtelenségére, ugyanezt vallotta Galilei, a természettudós is.

Bár *Bruno* máglyájának fénye még nem halványult el a kortársak emlékezetében, Galilei a „*Dialogo*”-ban kellő óvatossággal, de mégis félreérthetetlenül kinyilvánítja a világ végtelenségére vonatkozó felfogását:

„*Salviati*. Akkor hát mondja Ön meg, mi is és hol található ez az Ön által említett középpont.”

„*Simplicio*. Én ez alatt a középpont alatt a világegyetemnek az állócsillagok szférájának középpontját értem.”

„*Salviati*. Én meg teljes joggal felvethetnék itt egy vitás kérdést — létezik-e egyáltalában középpont a természetben, minthogy sem Ön, sem senki más nem bizonyította be, hogy a világnak véges és meghatározott alakja van, nem pedig végtelen és határtalan.”

A végtelen Világegyetem Galileinél azonosul először tudományos érvekkel alátámasztva a természet fogalmával. A világ égre és Földre kettéválasztásának az alapja már Kopernikusz elméletével megdőlt. De Galilei korában még az egyház által jóváhagyott arisztotelészi tan uralkodott, mely élesen szembeállította az égi és földi dolgokat. E tanítás szerint a Hold szférája előtt véget érnek az elemi, „tökéletlen” földi anyagból álló dolgok és a Hold már csakúgy, mint a többi égitest a magasabbrendű „quinta essentia” égi szubsztanciából álló örökké fényes tökéletes gömb, a változatlan tökéletesség mintaképe. A felsőbbrendű égi világban mozgás csak a szabályos körpályákon lehetséges.

Galilei a távcsöves felfedezéseit tudtul adó *Sidereus nuncius*-ban, amikor beszámol a Hold hegyeinek, völgyeinek és akkor még tengereknek gondolt nagy síkságainak felfedezéséről, e tapasztalati adatokat annak bizonyítékaiként könyveli el, hogy a Hold természete nem ellentétes a Földével, hanem azzal egynemű, ahhoz hasonló. A „*Dialogo*”-ban pedig kifejezetten bírálja az égi és földi szubsztancia szembeállítását. Cáfolta az egek változatlanságát hirdető felfogást is. A helyes álláspont mellett téves érvelést is felsorakoztatott.

A csillagászok körében ugyanis nagy érdeklődést keltett az Ophiucusban 1604-ben feltűnt szupernova. Minthogy nem mutatott mérhető parallaxist, tudták, hogy sokkal messzebb van, mint a Hold. Galilei azzal a feltevessel magyarázta az „új csillag” keletkezését, hogy az valójában nem is csillag, hanem földi eredetű kigőzölgés, mely felemelkedett az állócsillagok szférájába és ott a Nap visszavert fényével világlt. Ezt azután példaként hozta fel arra, hogy földi anyag behatolhat a változatlannak hitt égi szférába.

Galilei helyes nyomon járt, amikor a szupernova fellángolásokban egyik példáját látta a Világegyetemben végbemenő változásoknak, de nem róhatjuk fel hibájának, hogy a korabeli tudomány színvonalán helytelen elmélettel tudta csak megmagyarázni a jelenséget.

A Napon keletkező, alakjukat változtató és elmúló foltokkal ellenben már ténybeli adatokkal bizonyítja a Napon végbemenő változásokat. Elvileg is megindokolja, hogy a változás és tökéletesség nem egymást kizáró ellentétek, hanem a természet jelenségei éppen változásuk miatt

tökéletesek a maguk nemében: „Minden erőmből ellenszegülök annak a gondolatnak, hogy a változatlanság és örökkévalóság valamilyen kiválóság és tökéletesség, a változandóság pedig tökéletlenség. A Földet a legnagyobb mértékben tökéletesnek tartom éppen a rajta történő változások miatt. Ugyanez vonatkozik a Holdra, Jupiterre és a többi égitestre.” Galilei tehát már nemcsak a Föld és bolygók mozgásának hasonlóságában látta a kopernikuszi rendszer lényegét, hanem megsejtette, hogy a bolygók fizikai természetüket tekintve is hasonlóak a Földhöz.

A világ anyagi egységét fejezi ki Galilei mechanikája is. Nem különböztet meg égi és földi mozgásokat. Régebben úgy gondolták, hogy a földi testek természetes állapota a nyugalom, az égitesteké pedig a tökéletes körpályákon való mozgás. Galilei mechanikájában eltűnik a különbség az „égi” és földi testek mozgása között. A tehetetlenség törvénye értelmében a Földön és a Világegyetem bármely részében a testek természetes állapota az egyenesvonalú, egyenletes mozgás.

Korszakalkotó felfedezései, az inkvizitorok állandó lesbenállása ellenére is késő öreg koráig lankadatlanul folytatott sikeres tudományos munkássága méltán tették Galileit optimistává a világ megismerését illetőleg. Tudta, hogy a világ teljes, extenzív megismerése nem érhető el, hanem a természettudomány lépésről-lépésre halad előre, de a már megismert igazságokat úgy értékelte, hogy általuk hitelesen és intenzíven meg lehet ismerni a világ egyes sajátságait. Mint a már többször említett „Dialogo”-ban írja: „... állítom, hogy az emberi értelem néhány igazságot olyan teljességgel megért és éppoly feltétlen ismer, mint a természet maga.”

Galilei ismeretelméleti felfogása lényegében megfelel annak, amit a materializmus modern formája a dialektikus materializmus fogalmazott meg az abszolút igazság felé való közeledés végtelen lehetőségéről, az abszolút igazság részigazságokból összetevődéséből és a gyakorlatnak az ismeretelméletben játszott szerepéről.

Amiért Galilei felfedezéseit és tudományos eredményeit csatasorba állította a rönkszánshoz korában a tudomány és vallás között a Föld világmindenségbeni helyzete körül folyó harcban, ma már végérvényesen és visszavonhatatlanul eldőlt a tudomány javára. A mai ember számára nem jelent problémát a Föld mozgásának elfogadása. Nincs szükségünk arra, hogy Galilei érveivel utasítsuk vissza a Föld mozdulatlanságát. Ennek ellenére Galilei mechanikája ma is éppen olyan időszerű, mint a középkor végén, csak a szerepe változott meg. Akkor eszköz volt a kopernikuszi rendszer védelmében, ma pedig alapjává vált a természet tudományos szemléletének. Természettudományos műveltségünk egyik hiányossága éppen az, hogy Galilei eszméi kevésbé mentek még át a köztudatba.

A modern ember tudatából sem szorultak ki még teljesen az antik világ „mozgató” erői, melyet az élet jelének tartottak, úgy vélvén, hogy a „holt” anyag mozgása megszűnik, ha valami nem hat rá. Sokan ma is azt hiszik, hogy a Világegyetemnek is kell lenni valamilyen mozgatójának. Pedig a tehetetlenség törvénye szerint az élettelen anyag is örök időig folytatja mozgását, hacsak valamilyen külső erő meg nem állítja. Newton óta tudjuk, hogy az erőhatás, mely megváltoztatja a testek mozgási állapotát mindig két test kölcsönhatása (Newton harmadik törvénye). Ami még Galilei és Newton után is probléma maradt, hogy mi indította el az égitestek mozgását, megoldódott a fizika megmaradási elveinek felismerésével. A Világegyetem örökös mozgásának megértése azonban ma is a tehetetlenség törvényének tudatosításával kezdődik.

S ami Galilei korában még nem volt lehetséges, e törvény tapasztalati úton igazolása, ma már megtörtént a mesterséges égitestek segítségével. A légkör akadályozó közegén kívül mozgó mesterséges égitest éppenígy minden hajtómű nélkül folytatja mozgását, mint a természetes égitestek.

Galilei a „Dialogo”-ban, ahol arról ír, hogy a távcsöves felfedezések, pl. a Vénusz fényváltozásai Kopernikusz rendszerét igazolják, így kiáltat fel Sagredóval:

„Óh Kopernikusz, mennyire örültél volna, ha láttad volna, milyen ragyogó tapasztalatok támasztják alá rendszerednek ezt a részét.”

Galilei e sorait olvasva önkéntelenül is felmerül a gondolat: mennyire örülne Galilei, ha „láthatná” a Föld körül keringő szputnyikokat.

És bár Galilei tévedett, amikor földi anyagnak a Hold feletti szférába kerülésével magyarázta az Ophiucus szupernováját, most mégis látnia kellett, hogy alapgondolata a gyakorlatban megvalósult. A Nap körül keringő mesterséges bolygókkal, a Vénusz és Marsz felé küldött űrrakétákkal földi anyag jut a Hold „feletti” szférába, a földi testek égi testekké válnak.

Az ég és Föld problémája mégis sok esetben gondot okoz az űrhajózás kora emberének is, ami ismét arra mutat, hogy ezen a téren sem jutottunk el Galileiig. A köztudatban az égitestek világát sokszor nem számítják a természethez, nem értik az űrkutatás gyakorlati hasznát, sőt hallhatunk olyan véleményről is, hogy még nagy baj lehet a Világegyetembe küldött rakétákból, mert a Világegyetem egy „szervezet”, és ahogy az emberi szervezetbe bekerülő idegen anyagok katasztrófát okozhatnak, az űrrakéta majd egyszer csak világhatasztrófára vezet. Galilei már élénken megcáfolta volna ezt a badarságot, tudván, hogy nincs külön földi és külön égi anyag.

A tudomány fejlődése természetesen nem állt meg Galileinél. Ahogy Galilei egyike volt azoknak, akik elindították az újabbkori

természettudomány fejlődését, az ő eredményeinek átélése is csak alapja és kiindulópontja lehet mai természettudományos világképünknek.

Az Einstein-féle relativitáselmélet kimutatta, hogy az egymáshoz képest mozgó rendszerek nemcsak mechanikai, hanem minden más szempontból is egyenértékűek. Nemcsak a mozgás relatív, hanem minden mérhető fizikai mennyiség, sőt az idő és a tér is. Az általános relativitáselmélet a teret és az időt az egységes téridővé olvasztotta össze és ebben a testek tömegek közelében görbült pályákon mozognak erőhatás nélkül. Az atomok és az atomokat felépítő elemi részecskék világában az anyag olyan megjelenési formáit ismertük meg, mely nem kicsinyített mása a nagy méretű testeknek és viselkedésük a kvantummechanika sajátos törvényeivel írható le.

Galilei, aki oly rendületlenül hitt a tudomány fejlődésében és haladásának útjából félresöpört minden elavult hagyományt, ha ma élne, bizonyára egyike volna az új világszemlélet leglelkesebb szószólóinak.

V. V. SARONOV:

A HOLD ÉS A MARSZ FELSZÍNÉNEK TERMÉSZETE

A Hold, a Marsz és a Venusz felszínét borító anyag természetének kérdése napjainkban nemcsak elméleti, hanem gyakorlati fontosságú is. A Mecsta (Ábránd), a Lunyik-1 és -2, a Marsz-1, Mariner-2 és más űrrakéták, valamint automatikus bolygóközi állomások példája bizonyítja, hogy Naprendszerünknek a Marsz és a Venusz pályája közé eső tartományát már meghódította az asztronautika. Nem kétséges, hogy ma közel van már az az idő, amikor az embernek sikerül végrehajtania az első tudományos expedíciót a Holdra és a szomszédos bolygókra. Ehhez szükséges lesz előre tudni, hogy miből áll az a felszín, amelyre az űrhajónak le kell majd ereszkednie, és amelyen az űrutasnak közlekednie kell.

Sajnos azonban a felszín kémiai összetételére és fizikai sajátosságaira vonatkozó megbízható adataink nemcsak a mindig felhőborította Venusz, hanem még a Marsz és Hold esetében is hiányoznak. Ennek oka abban van, hogy a saját fénnnyel nem rendelkező felszín által visszavert fény nem alkalmas a felszín anyagának spektroszkópiai vizsgálatára. Ezért itt fotometriai megfigyelések adataira kell támaszkodnunk, amelyek segítségével lehetőség nyílik a fényvisszaverődés jellegének felderítésére a különböző spektrumtartományokban és valószínű kijelentések tehetők a visszaverő anyag természetére vonatkozóan. Effajta vizsgálatokat számos csillagvizsgálóban végeztek. A leningrádi egyetem bolygókutató laboratóriumában például kidolgozták a bolygók és holdak abszolút fotometriájának módszereit, amelyekkel meg lehet határozni az égitestek felszínén megfigyelhető egyes képződményeknek visszaverő képessége vagy albedója abszolút nagyságát. Röviden emlékeztetünk e szak kifejezés jelentésére:

Jelöljük azt a megvilágítottságot, amelyet a napsugarak létrehoznak a rájuk merőleges felületen a Naptól mért akkora távolságon, mint maga a szóbanforgó bolygó, E_0 -lal. Ha a gömbalakú égitest felületének adott darabkáján a napsugarak i szög alatt esnek be, akkor a létrejövő E megvilágítottság a koszinusz-szabály szerint

$$E = E_0 \cos i. \quad (1)$$

A bolygó matt felszíne szétszórja a sugarakat minden irányban. Ezért a kiszemelt felületdarabnak minden irányban lesz bizonyos B fényessége, amely rögzített beesési és visszaverési irányokra vonatkozóan arányos E -vel. Az arányosság tényezője:

$$r = \frac{\pi B}{E} \quad (2)$$

amelyet az adott megfigyelési irányhoz tartozó *fényességi* vagy *szórási* *koefficiens*nek neveznek. Az ideálisan matt (ortotróp) felület esetén ez a koefficiens állandó, vagyis egyforma értékű a beeső és a visszavert fény-sugár minden lehetséges iránya esetén. A valóságban előforduló anyagokra az r koefficiens változik az iránytól és a megvilágítás körülményeitől függően. Földi anyagok esetén ezek a változások könnyen kimérhetők megfelelő fotometriai berendezések segítségével. Az ilyen mérések eredményét célszerű vektor-diagramok alakjában megadni, amelyen a koordinátarendszer origójából kiindulóan minden irányban felmérünk egy az illető irányhoz tartozó r értékkel arányos távolságot. Az így kapott pontok folytonos felületet, az ún. *indikatrixot* adják, amely szemléletesen ábrázolja a visszavert fény irány szerinti eloszlását.

Könnyen belátható, hogy az ideálisan matt felület ($r = \text{konstans}$) indikatrixa félgömb alakú. Részlegesen tükrös visszaverést mutató (fénylő) anyagok esetén az indikatrix elnyúlik a tükröszerű visszaverés irányában, az egyenetlen, erősen összegyűrt vagy összebarázdált felületek esetén viszont a fényforrás irányában, mivel ebből az irányból szemlélve a felületet minden kiugró egyenetlensége eltakarja a saját árnyékát, és így a fényesség a lehető legnagyobbak adódik.

Sok esetben az r koefficiens helyett az A „látszó albedót” használjuk:

$$A = \frac{\pi B}{E_0} \quad (3)$$

Nyilvánvaló, hogy $A = r \cos i$.

A Hold és a bolygók felszíni részleteire vonatkozó r és A értékek mérésének technikája a szóban forgó részek fényességének és a Nap által megvilágított földi standard fotometriai ernyő fényességének összehasonlításán alapul. Az ilyen fényesség összehasonlítás a mérések ún. fotometriai standardizálása. Ez igen nagy idő és munkabefektetést igényel, mivel a megfigyeléseket éjszaka is és nappal is végezni kell és minden alkalommal külön meg kell határozni a földi légkör átlátszóságának együtthatóját is.

A sokéves munka eredményeként katalógusok láttak napvilágot, amelyek a Hold és a különböző földi közetek albedójának és színindexének¹ értékeit tartalmazzák.

I. táblázat

Az objektum vagy anyag megnevezése	r vagy A			D		
	Közép érték	Szélső érték		Közép érték	Szélső érték	
Hold, „tengerek”	0,065	0,05	0,08	+0,34	+0,29	+0,40
Hold, „mocsarak”	0,091	0,09	0,10	+0,35	+0,31	+0,37
Hold, „kontinensek”	0,105	0,08	0,12	+0,35	+0,31	+0,38
Hold, „fényes sugarak és kráterek”	0,140	0,10	0,18	+0,35	+0,31	+0,39
Hold, az összes terület együtt	0,090	0,05	0,18	+0,34	+0,29	+0,40
Vulkánikus salak	0,060	0,02	0,14	+0,11	—0,13	+1,28
Vulkánikus tufa	0,193	0,06	0,43	+0,29	—0,15	+1,10
Horzsakő	0,354	0,13	0,55	+0,43	+0,05	+0,81
Dunit, peridotit	0,104	0,06	0,16	—0,01	—0,17	+0,25
Gabbro, norit	0,155	0,08	0,21	—0,04	—0,17	+0,12
Bazalt	0,133	0,06	0,28	—0,05	—0,31	+0,15
Diabáz	0,151	0,11	0,19	—0,02	—0,19	+0,13
Andezit	0,139	0,08	0,31	—0,02	—0,12	+0,10
Gránit	0,244	0,04	0,70	+0,39	—0,09	+1,23
Kőmeteoritek	0,183	0,04	0,48	+0,10	—0,16	+0,36
Meteoritek olvadási kérgé	0,052	0,02	0,17	+0,11	—0,10	+0,38
Metamorf közetek	0,281	0,08	0,78	+0,26	—0,25	+0,99
Agyagok és palák	0,251	0,12	0,50	+0,33	—0,24	+1,53
Mészkö, márga, dolomit	0,325	0,06	0,80	+0,38	—0,13	+1,52
Homokkő	0,222	0,06	0,54	+0,66	+0,03	+1,54
Homok	0,240	0,10	0,40	+0,49	+0,06	+1,14
Homok-sivatag	0,257	0,14	0,38	+0,49	+0,20	+1,22
Agyag-sivatag	0,286	0,15	0,44	+0,37	+0,24	+0,56
Kő-sivatag	0,194	0,15	0,25	+0,33	+0,28	+0,36
Limonitos homok	0,155	0,08	0,23	+1,07	+0,93	+1,31
Terra rossa	0,132	0,10	0,18	+1,07	+0,93	+1,28
Limonitos talaj (okker)	0,181	0,13	0,28	+1,01	+0,85	+1,24
Marsz „tengerek”	0,105	0,06	0,14	+0,89	+0,82	+0,99
Marsz „kontinensek”	0,184	0,17	0,24	+1,09	+1,03	+1,18

¹ Ford. megj. A színindex két szintartományban mért fényesség („magnitudo”) különbsége.

A színt célszerű a D szín-excessus formájában jellemezni, amely definíciószerűen egyenlő a Hold megfelelő része színindexének C_{D} és a Nap színének C_{\odot} különbségével

$$D = C_{\text{D}} - C_{\odot} \quad (4)$$

Nyilvánvaló, hogy $D = 0$ a napsugarak neutrális visszaverését írja le, D pozitív értéke sárga vagy vörös, a negatív pedig kék elszíneződést jelent.

A Hold fotometriai, kolorimetriai és spektrofotometriai vizsgálata a következő eredményekre vezetett:

1. A Hold felszínére jellemző, hogy albedója mindenütt igen alacsony és viszonylag szűk határok között ingadozik. A legsötétebb vidékek albedója 5%, a legfényesebbeké 18%, arányuk 1 : 3,4. Átlagosan a Hold 9% fényt ver vissza. Amint az I. táblázat adataiból látható az összes vizsgált földi kőzetfajta albedója egyrészt sokkal nagyobb szórást mutat, másrészt pedig nagyobb átlagos értékű. (Pl. a bazalté 13%, a diabázé 15% stb.)

2. A színindex-különbségek a Holdon mindenütt igen kicsinyek, és nem lépik túl a $\pm 0,1$ értéket. Átlagosan a Holdra $D = +0,3$. Ezért a Hold felszínének talaja mindenütt sötét barnásszürke, közelítőleg csokoládészínű.

3. Egyetlen földi kőzetfajtát sem tudunk felmutatni, amelynek színe hasonló volna a Holdéhoz. Az a gyakran hangoztatott vélemény tehát, hogy a Hold sötét részei csupasz bazalttal, a fényesek pedig gránittal volnának borítva, ellentétben áll mind a fotometriai mind pedig a kolorimetriai adatokkal.

4. A holdfelszín minden részének fényvisszaverési indikatrixa igen erősen elnyúlt a Nap irányában, formája körtére emlékeztet, amelynek élesen elkeskenyedő része mindig a Napra mutat. Ennek következménye, hogy teliholdkor a Hold centrális és szélső vidékei egyformán fényesek, holott az i beesési szög és ezzel együtt az E megvilágítottság szélsőségesen különböző. E jelenségre különben már *Galilei* felhívta a figyelmet. E sajátság következtében a holdkorong tetszőleges pontján a fényesség maximuma nem akkor lép fel, amikor ott a Nap i zenittávolsága a legkisebb (ahogy az a síma felületek esetében bekövetkeznék), hanem teliholdkor. Ez arra vezet, hogy a holdfelszín fényvisszaverési képességét célszerűbb nem az r koeficienssel, hanem az A mennyiséggel kifejezni.

A laboratóriumi kísérletek azt mutatják, hogy ilyen sajátságos fényvisszaverési jelleget csak az erősen egyenetlen, lukacsos felületek mutatnak, amelyeknek apró bemélyedései közel vertikális falúak és éles pereműek. Körülbelül ilyen felépítése van például a szivacsnak, a kőzetek közül pedig a vulkáni salaknak.

Azok a fényképfelvételek, amelyeket a 3. szovjet holdrakéta készített, arra engednek következtetni, hogy a Hold túlsó oldalán a felszín fotometriai sajátságai épp olyanok, mint az innensőn.

A Hold síkságait (tengereit) és hegységeit borító anyag természetét vizsgálva azonban a fotometriai adatokon túlmenően feltétlenül szükség van a holdfelszín rendelkezésünkre álló egyéb fizikai vizsgálatainak adataira is. Ide sorolhatjuk például a polarizációs méréseket, amelyeket *Dollfus* és *Lyot* végeztek Franciaországban.

Különös érdeklődésre tarthatnak számot továbbá a holdfelszín különböző részein a holdfázis változásakor fellépő és a holdfogyatkozások idején mutakozó hőmérséklet változások vizsgálatai is.

Ezek elméleti értelmezése arra a megállapításra vezet, hogy a holdfelszín külső takaró rétegének hővezetőképessége igen alacsony, 1000-szer kisebb a grániténál és 10-szer a horzsakőénél. Ilyen eredmények értelmezésére *Gold* amerikai kutató feltételezte, hogy a Hold felszínét mindenütt igen finom porréteg takarja. Ez a hipotézis jól megmagyarázza az alacsony hővezetőképességet, de ellentétben áll a fotometriai adatokkal. A porszerűen ömlő, szóródó anyagok ugyanis, mint a por, homok, vulkáni hamu, nem képesek meredekhatárú, lukacsos, szivacszerű szerkezet kialakítására, márpedig csak ezek adnak olyan erősen elnyúlt indikatrixot, mint amilyen a Hold esetében megfigyelhető. A gördülékeny porszerű anyag egyenetlen meredek falai leomlanának, és ezért nem alkothatnak a horizonthoz képest 45°-os dőlésszögünél meredekebb lejtőket.

Mindezek alapján a Hold felszínének sajátságaira vonatkozóan a következőket szögezhetjük le:

nem lehet tömör sziklás kőzet, sem magmatikus (kitörési), sem pedig üledékes, mivel akkor hővezetési sajátságai egészen mások volnának;

nem állhat váltakozva köves és poros anyagokból, mivel akkor is az átlagos hővezetőképesség magasabb lenne a megfigyelhetőnél;

nem állhat omlós porszerű anyagból sem, mint amilyen a homok vagy a por, mert az olyan anyagok nem adhatnak a fotometriai adatok által megkövetelt struktúrát;

nem jöhet szóba valamilyen teljes egészében kívülről származó anyag sem, mint pl. meteorit-törmelék, vagy kozmikus por, mivel ilyen anyagból álló tömör takaró sem mutatna semilyen albedókülönbséget a különböző irányokban.

A Hold felszínének rendkívüli homogenitása arra a feltevésre kényszerít bennünket, hogy itt utólagos keletkezésű réteggel állunk szemben, amely a holdkéreg eredeti kőzeteinek átalakulása során jött létre. E külső réteg, amely eltakarja az eredeti felszínt, a következő sajátságokkal rendelkezik:

mindenekelőtt rendkívül porózus, szivacszerű, likacsos;

nem laza, omlós, hanem jól megkötött, tartós és ezért meredekfalú egyenetlenségeket képes alkotni, és meg tud maradni a legmeredekebb lejtőkön is.

Ennek az anyagnak az albedóját a Hold kőzeteinek ásványi összetétele határozza meg.

A Hold talajának fenti sajátosságai megmagyarázhatók *Nagyvezeda Szütyinszkája* professzor hipotézisével. Ennek lényege az, hogy a Holdat sötét szivacsos megjelenésű anyag borítja, amely szerkezetét tekintve hasonló a vulkáni salakhoz. A légkör hiányában a salak pórusainak és üregeinek igen vékony falai rendkívül alacsony hővezetőképességet biztosítanak. Egyenetlen felülete pedig a méréseknek megfelelő szórási indikatrixot adja. Szütyinszkája véleménye szerint ez a salak nem vulkanikus, hanem meteorikus eredetű. Ismeretes, hogy egy néhányszor 10 km/sec-os kozmikus sebességű meteorit becsapódásakor olyan energia mennyiség szabadul fel, amely sokszorosan meghaladja az egész meteorit gőzzé alakulásához szükséges energiát. Ezért a meteorit becsapódásakor olyan folyamat játszódik le, amely során nemcsak a meteorit, hanem jelentős mennyiségű holdfelszíni anyag is gőzzé alakul át. A gőz gyorsan lehűl és lecsapódik vissza a felszínre habos, lyukacsos anyag formájában. A magas hőmérséklet a különböző szilikát molekulák szétbomlására és fekete vasoxidok (pl. FeO és Fe_3O_4) kiválására vezet. Végeredményben igen sötét, hólyagos salakot kapunk, amelynek albedója annál alacsonyabb, minél több vasat tartalmazott az eredeti kőzet. Ez magyarázza a Hold felszínén megfigyelt albedó-különbségeket. A Hold felszínének fenti meteorit-salak elmélete alátámasztást nyert *Vaszjevolod Troickij* rádiócsillagászati vizsgálatai révén. A Holdról érkező rádiósugárzás, ellentétben az optikai sugárzással, a Hold felszínének a magas hőmérséklet következtében fellépő saját kisugárzása útján jön létre. Ezenkívül a rádióhullámok át tudnak hatolni a kőzeten. Ezért a Hold észlelt rádiósugárzása nemcsak a külső felszínről származik, hanem részint a felszín kissé mélyebb rétegeiből is. Így a rádiócsillagászati vizsgálati módszerek az optikaiakkal ellentétben lehetővé teszik egy egész anyagréteg állapotának vizsgálatát.

Troickij és munkatársainak vizsgálatai azt mutatják, hogy a Hold anyaga kb. 20 méter mélységig homogén, sűrűsége pedig $0,5 \text{ g/cm}^3$ nagyságrendű. (ez megfelel a fa sűrűségének). Ez a por hipotézis ellen szól, minthogy a porrétégben a sűrűségnek növekednie kell a mélységgel a feljebb fekvő rétegek nyomása következtében. A hólyagos salakszerű anyag viszont szilárdságának és tartósságának köszönhetően elég vastag rétegben lehet állandó sűrűségű, és ezért létezése nagyon valószínű.

Azonban mindezek a következtetések bizonyos mértékben hipotetikusak. A Hold felszíne problémájának végleges tisztázását csak az első Hold expedícióktól várhatjuk.

Térjünk most át a Marsz felszínének kérdésére. Itt mindenek előtt azzal a nehézséggel találjuk szemben magunkat, hogy a rendelkezésünkre álló adathalmaz lényegesen szegényebb, mint a Hold esetében. A bolygó nagy távolsága a Földtől és az a körülmény, hogy csak a fázis meghatározott intervallumában végezhetjük megfigyeléseinket, megakadályozza, hogy részletes adatokat kapjunk a fényvisszaverés jellegére, és a felszíni hőmérséklet változásaira vonatkozóan, a légkör jelenléte pedig megnehezíti a kapott eredmények elméleti analízisét. A rádiócsillagászati kutatási módszerek sem adtak még eddig sok anyagot.

Elég nagy megfigyelési anyagunk van a Marsz integrális fényére vonatkozóan. A számos csillagászati fotometriai úton nyert magnitudo érték lehetővé tette, hogy a bolygó integrális szférikus albedóját meghatározzuk, amely a vizuális fotometriai rendszerre vonatkozóan 0,15-nek adódott, az egyes spektrumtartományokra vonatkozóan pedig a következő:

Spektrumtartomány	Hullámhossz m/μ	Albedó
Ibolya	410	0,04
Kék	460	0,07
Zöld	540	0,11
Sárga	600	0,21
Vörös	640	0,24

Az albedó értékek gyors növekedése a vörös spektrumtartomány felé való közeledéssel a Marsz közismert sajátosságát — vörös színét — jelzi.

Az abszolút felületi fotometria módszereit, amelyek r és A értékeit szolgáltatják, alkalmazták a Marszra is. A kapott eredmények értelmezésénél abból kell kiindulnunk, hogy a Marsz korong valamely részének fényessége két komponensből tevődik össze: a szilárd felszínről visszaverődött és a légkörben szóródott fényből. E két komponens szétválasztása nehéz feladat, amelyet csak valamely alkalmas hipotézis segítségével oldhatunk meg.

Minden hipotézisnek, amely a Marsz felszínének és légkörének leírására törekszik, a következő részint egyszerű vizuális megfigyelésekből, részint pontos fotometriai mérésekből ismert tényeket kell megmagyaráznia.

1. A bolygókorong „kontinensek” által lefoglalt részein a fényvisszaverő képesség gyorsan növekszik, amint a spektrum ibolya végétől a vörös végo felé haladunk.

2. A „tengerekre” vonatkozóan ugyanilyen menetet kapunk, de a függvényt leíró görbe kevésbé meredek és mélyebben halad, úgy hogy a „tengerek” színe a barnához esik közel. Azok a vizuális megfigyelések, amelyek a Marsz „tengereinek” állítólagos zöldes vagy kék színét vélték megállapítani, nem reálisak, optikai csalódásnak kell őket minősíteni.

3. A Marsz „tengerek” fényességének kontrasztja a szárazföldek háttéréhez képest egyenletesen csökken, amint a spektrum ibolya vége felé közeledünk; az ibolya és ultraibolya színben készült Marsz felvételeken a „tengerek” általában egyáltalán nem látszanak.

4. A „poláris-sapkák” fényességi kontrasztja ellenkező menetet mutat: a sapkák legerősebben az ultraibolyában válnak láthatóvá, és a vörös valamint az infravörös tartományban nem látszanak.

5. A „szárazföldek” albedója nem mutat évszakos változást, és nem függ az areografikus szélességtől sem; a „tengerek” albedója ezzel szemben változik az évszakokkal, és ezen változások fázisa különböző szélességekben más és más.

6. A Marsz korong szélsőtétedése legélesebben az infravörös fényben mutatkozik; az ibolya felé haladva csökken és az ultraibolyában majdnem eltűnik.

A Marsz fotometriai vizsgálatára legalkalmasabbak az oppozíció idején végzett megfigyelések. Ekkor a fázisszög gyakorlatilag nulla a látszó korong közepén elhelyezkedő tartományban a Nap a zenithen áll, minden egyéb tartományra vonatkozóan pedig a Nap zenittávolsága a fény i beesési szögét adja, amely egyszerűen egyenlő a megfigyelő felé való fényvisszaverés szögével, és azzal a bolygó centrumában elhelyezkedő szöggel, amelyet a megfigyelő iránya a szóban forgó tartomány irányával bezár. Ha a felszín fényességi koefficiensét $i = 0$ esetben (a korong közepe) r_0 -al jelöljük, a Marsz légkörének átlátszósági koefficiensét pedig p -vel, akkor a látszó albedót a következő formulával fejezhetjük ki a legegyszerűbben:

$$A = r_0 \cos^q i \cdot p^{2 \sec i} + Q (1 - p^{2 \sec i}) \quad (5)$$

Itt Q a Marsz légkörére jellemző faktor, q pedig az ún. „*símasági faktor*”, amely empirikusan kifejezi az adott esetre t. i. az oppozíció esetére érvényes szórási törvényt. Az ideálisan matt felületre $q = 1$ (Lambert-féle visszaverési törvény), a részlegesen tükrös visszaverésű anyagokra $q > 1$, az egyenetlen felületre $q < 1$. A Hold felszínére például, amint az a fentiekből világos $q = 0$.

Ha a Marsz tengelykörüli forgását kihasználva egy és ugyanazon tartomány A albedóját megmérjük a korongon négy különböző helyzetben, akkor ezeknek négy különböző i szög felel meg, és ezeket behelyettesítve az (5) formulába négy egyenletből álló négyismeretlenes egyenlet-

rendszer kapunk. Az ismeretlenek közül kettő, r és q a Marsz felszínét, a másik kettő pedig, Q és p légkörét jellemzik.

Az itt elmondottak a probléma megoldásának csak leegyszerűsített képét adják, a számolás a valóságban igen bonyolult, ugyanis figyelembe kell venni a felszín és a légkör közötti kölcsönös fénycserét (pl. azt, hogy a felszínt az égbolt szórt fénye megvilágítja), és azt a fényességet is, amelyet a többszörös szórást szenvedett sugarak hoznak létre. Ez bonyolultabb formulák alkalmazását teszi szükségessé. Feltételeztük továbbá, hogy a négy keresett mennyiség, és köztük a légkör sajátosságai is időben változatlanok. Végül a tapasztalat szerint a mért adatoknak nem egy, hanem sok megoldás felel meg. Ezért számításainknál előre el kell fogadnunk néhány feltevést a Mars légkörére vonatkozóan.

Példaképpen bemutatjuk *N. N. Szütyinszkaja* eredményeit, amelyek arra a feltételezésre épülnek, hogy a Marsz légkörében a napsugarak gyengülését csak a fényszóródás okozza (nincs valódi abszorbcio), és ez a szóródás pontosan *Rayleigh* törvényét követi.

Spektrumtartomány	hullám- hossz $m\mu$	r_0			p
		kontinen- sek	tengerek	poláris sapka	
Ultraibolya	380	0,051	0,051	0,32	0,89
Kék	430	0,099	0,089	0,30	0,93
Zöld	560	0,184	0,159	0,28	0,97
Vörös	630	0,236	0,160	0,24	0,97
Infravörös	730	0,278	0,159	0,18	0,98

p itt kapott értéke arra enged következtetni, hogy a Marszon az egy-ségnyi terület feletti oszlopban elhelyezkedő gáz tömege 4,4-szer kisebb mint a Földön. Ebből az következik, hogy a higanyos barométer, amely a nehézségi erőtől függetlenül méri a ránehezedő levegő mennyiségét a Marszon 170 mm-t mutatna (emlékeztetünk arra, hogy a földi légnyomás kb. 760 hgmm). Minthogy a nehézségi gyorsulás a Marszon 0,38-szorosa a földinek, a valódi légnyomás, amelyet az aneroid barométer mér, a Marszon mindössze 65 mm vagy 87 millibár. A földi légkörben ilyen nyomás 17 km magasságban azaz a sztratoszférában uralkodik.

Érdekes, hogy q értéke mind a szárazföldek mind pedig a tengerek esetében közelítőleg 1. Ez arra mutat, hogy a Holdéval ellentétben a Marsz felszíne sima, egyöntetű matt felület, amely optikai sajátosságait tekintve loginkább a laza porszerű anyaggal beborított felszínre hasonlít.

Ha a Marsz esetében is alkalmazzák a földi kőzetek színével történő összehasonlításnak azt a módját, amelyet a Hold felszínének vizsgálá-tánál már megismertünk, akkor kiderül, hogy olyan erősen vörös színe-

zetű felszín, mint amilyen a Marszon megfigyelhető, a Földön igen ritkán fordul elő. Gyakran találjuk az irodalomban, hogy a Marsz kontinensei a homoksivataghoz hasonlóak. Ha szín szempontjából vizsgáljuk, akkor ez semmi esetre sincs így, mivel a homok és a földi sivatagok minden egyéb talajfélesége világossárga vagy halvány rózsaszínű (az I. táblázatban foglalt adatok tanúsága szerint).

Látjuk, hogy csak olyan erősen elszínezett anyagok, mint a limonit porszerű megjelenési fajtája (kémiai képletben $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n \text{H}_2\text{O}$, ahol n 2 és 5 között ingadozik) vagy az ugyanezen anyaggal megfestett homok és agyag, többek között az Adriai tenger partjainak karsztos vidékein elterjedt „terra rossa” mutatnak olyan elszíneződést a D jellemző érték szerint, mint a Marsz szárazföldjei ($D > 1$). Ez annak feltételezésére jogosít fel bennünket, hogy a Marsz kontinenseinek felszínét túlnyomó részben vastartalmú, limonitszerű por borítja, amelynek színe a rozsdára vagy a téglaporra emlékeztet.

A nagykiterjedésű portakaró létrejöttének okát a Marszon uralkodó sajátságos eróziós és elmállási viszonyokban kell keresnünk. A Földön a vízbőség következtében nagy mennyiségben keletkezik agyag és más hidroszilikátok, és létrejönnek bennük különféle geokémiai folyamatok, amelyek összecementálódott kőzetek, homokkövek, konglomerátumok, palák stb. kialakulásához vezetnek. A Marszon a víz majdnem teljes hiánya következtében az erózió termékei nem tudnak összecementálódni és hatalmas portakarót alkotnak.

Természetesen ezek az elgondolások is csak hipotézisek, amelyek helyességéről a jövő Marsz utazásai hivatottak dönteni.

Fordította: *Paál György*

A PLAZMA SZEREPE A CSILLAGÁSZATBAN

Köztudomású tény, hogy az anyagok külső körülményektől függően szilárd, cseppfolyós vagy légnemű halmazállapotban lehetnek. A szilárd halmazállapotú anyagban az anyag atomi részei katonás, szabályos rendben helyezkednek el, általában kristályt alkotnak. Tulajdonképpen szabályos rendszert csak azok az idealizált pontok alkotnak, amelyek a kérdéses anyagi részecskék — az ionok — egyensúlyi helyzetét jelképezik. Elég alacsony, de a nullától különböző abszolút hőmérséklet esetén az ionok ugyanis az egyensúlyi helyzet körül rezgéseket végeznek. A szabályos ionrendszer alkotta rácsban az ionok pozitív elektromos töltése következtében elektromos erőtér is kialakul, amelyben az elektronok mozognak. Egyes esetekben, pl. a fémeknél vannak olyan elektronok, amelyek nem egyetlen kiszemelt ionhoz, hanem az egész ionkollektívához tartoznak. Az ionrács elektromos tere tartja őket fogva.

Ha az anyagot felmelegítjük, vagyis az anyag atomi részeinek mozgási energiáját megnöveljük, akkor egyszer csak előfordul az az eset, hogy a szabályos kristályrácsot összetartó erők nem tudják többé fogva tartani az ionokat, és amorf folyékony rendszert kapunk. Ez általában akkor következik be, amikor az ionok átlagos mozgási energiája az elektronvolt nagyságrendet eléri. Más szóval, ha a kinetikus gázelméletből ismert

$$\frac{1}{2} m v^2 = \frac{3}{2} k T$$

egyenet alapján, — ahol a bal oldal az átlagos mozgási energia, a jobb oldalon $k = 1,38 \cdot 10^{-16}$ erg/fok, a Boltzmann állandó, T pedig az abszolút hőmérséklet — kifejezzük, hogy mekkora hőmérsékletemelkedés okozna 1 elektronvolt átlagos mozgási energianövekedést, azt kapjuk,

$$1 \text{ eV} = 11\,600 \text{ } ^\circ\text{K}.$$

Azt mondhatjuk, hogy 11 600 fokon minden szilárd test folyékony állapotba jut (feltéve, hogy a kristályszerkezetben az egy részecskére eső kötési energia elektronvolt nagyságrendnél nem nagyobb).

E hőmérsékleten felül a testek folyékonyak, ami azt jelenti, hogy engedelmesen simulnak a tartály falához, de élesen elhatároló szabad felszínt is képeznek. Ez utóbbi tulajdonságuk még annak a maradék kölcsönhatásnak a következménye, ami a folyadék atomjai, illetve molekulái között még meg van.

A tapasztalatok szerint ha a hőmérséklet további 1 eV-nak megfelelő 11 600 fokkal emelkedik, akkor a folyadék molekulái ill. atomjai akkora mozgási energiára tesznek szert, hogy leküzdik e maradék kölcsönhatási erők túlnyomó részét is. Olyan távol kerülnek egymástól, hogy már az erőhatások „hatósugarán” kívül lesznek. A folyadék helyett most gáznemű anyag tölti ki a tartályt. Az anyagnak önálló alakja most sincs, de már az előbbi szabad felszín kialakítására sem elég erős az atomok közti kölcsönhatás.

Az eddigiek során nem említettük, hogy az anyag atomi részecskéi, ha megfelelő nagy energiával rendelkeznek, össze is ütköznek. Ezek az ütközések okozzák például a fémek és a vezetőképes folyadékok (higany) elektromos ellenállását. Ugyanis a fémdarab két végére adott feszültség hatására az igen mozgékony elektronok gyorsuló mozgásba kezdenek. Mozgásukat a rezgő céltáblákba, ionokba való ütközés akadályozza. Az ütközések során energiát adnak át az ionoknak. (Az elektronok ezt az energiát a külső elektromos erőteremtől nyerték). Ennek következtében a fémdarab felmelegszik. Ha túl erős áramot engedünk folyni, a fémdarab úgy felmelegedhet, hogy meg is olvadhat.

Mégis általában az ütközések nem okoznak minőségi változásokat ilyen alacsony hőmérsékleten illetve energián.

A légnemű halmazállapotú anyag további melegítése után a gázrészecskék összeütközése egyre jelentősebb szerephez jut. Ezt még fokozhatjuk azáltal, hogy nem engedjük tovább tágulni az egyre melebbebb gázt.

Az ütközések eleinte nem károsítják meg az összeütköző partnereket. A rugalmatlan ütközések — ahol tehát az ütközéskor a mozgási energia az összeütköző partnerek belső szerkezetének átalakítására fordítódik — sem okoznak minőségi változásokat. Ilyenkor ugyanis még nem elég nagy az ütközésből nyerhető energia. Ha tovább melegítjük az anyagot, az ütközések energiája is nő, és először az esetleges molekulakötések bomlanak fel. Ehhez szintén elektronvolt nagyságrendű energiák kellenek. Ezután, ha már több elektronvolt, esetleg 10 elektronvolt energia is fordítható a rugalmatlan ütközéseknél a belső szerkezet módosítására, akkor már az atomok is megsérülnek. Például a hidrogéngáz esetében a proton — hidrogénatommag — körül levő egyetlen elektron 13,58 eV energiával elszabadítható az atom kötelékéből. A hidrogéngáz tehát

$$13,58 \text{ eV} \approx 160\,000 \text{ K}^\circ$$

hőmérsékleten ionizálódni kezd. Külön protongáz és külön elektrongáz kezdi itt különleges életét. Ez nem sokban hasonlít a szilárd testeknél említett ionrács és benne gomolygó elektronfelhő esetéhez, mert itt *szabad* az elektrongáz. Ezt a különleges sajátságokkal rendelkező állapotot hívjuk *plazma*-állapotnak. A plazma elnevezést általában még arra az anyagra is használják, amely nemcsak szabad elektronokat és ionokat, hanem még bizonyos százalékban semleges atomokat is tartalmaz. Egyesek azonban a plazma elnevezést csak az esetre tartják fenn, ha az anyagban már semleges atomok nem fordulnak elő, vagyis *teljesen ionizált* gázról beszélünk.

Természetesen a szilárd, cseppfolyós és légnemű halmazállapotok után következő plazma-halmazállapot nem az utolsó. Bár a következő, az ötödik halmazállapotról nem kívánunk részletesebben beszélni, éppen a plazmák sajátságainak ismertetése miatt meg kell néznünk, meddig beszélhetünk plazmáról és mikor kezdődik valami újszerű dolog.

Egy teljesen ionizált gázban, amikor már csak elektronok és minden elektronjuktól megfosztott ionok — csupasz atommagok — vannak, a hőmérséklet további emelése azzal jár, hogy az atommagok az összeütközések során felbomlanak. Nukleonok, vagyis protonok és neutronok szabadulnak ki. Az önálló nukleonok és önálló elektronok keveréke ismét más sajátságú halmazállapot, ahol már újabb erőhatások, a magerők és az azokat közvetítő pionok — π (pi) mezonok — jelentős szerephez jutnak. Még csak annyit mondjunk erről a halmazállapotról, amit a *nukleon-gázról nugáz*-nak nevezhetünk, hogy milyen hőmérsékleten kezdődik. Ez a hőmérsékletküszöb is természetesen csak tájékozódó jellegű, az egy nukleonra eső kötési energiát kell az ütközéskor befektetni, tehát néhány, kb. 2 millió elektronvolt:

$$2 \text{ MeV} = 232 \cdot 10^3 \text{ K}^\circ$$

Ilymódon a bennünket érdeklő plazmaállapot kvalitatív határaiként 10 eV és 2 000 000 eV adható meg. Figyelemre méltó, hogy milyen nagy energiatartomány ez. Jellemezzük azzal, hogy megmondjuk, hány *oktávot* jelent az energiaskálán; egy oktáv az a távolság az energiaskálán, ami egy adott energiaérték és a kétszerese között van. Másszóval a 10 eV 2 hányadik hatványával szorozva ad kb. 2 MeV-et? A keresett hatványkitevő közelítőleg 20.

A plazmaállapot tehát húsz oktávot foglal el az energiaskálán. *Egyetlen* más halmazállapot sem terjed ki ily nagy energiatartományra! Részben ebben keresendő annak az oka, hogy a plazma oly sok tudományág számára érdekes határterület.

Próbáljuk meg áttekinteni azokat a tudományágakat, amelyekre a plazma leírásában szükség van.

A plazma elektromos töltésű részecskék sokasága. Ezek a részecskék elektromos, mágneses, és gravitációs erőhatásoknak kitéve mozognak. Ha egy pillanatra eltekintünk attól, hogy a töltött részek egymásra is erőhatást fejtenek ki, az előbbi mozgásproblémák tárgyalását a mechanika és az elektromosságtan (elektrodinamika) adja. Abban az esetben, amikor nem lehet figyelmen kívül hagyni a plazmában a töltött részecskék egymásra gyakorolt hatását (ezt tulajdonképpen sohasem lehet, csak néha szükséges, hogy a kvalitatív számítások egyszerűsödjének), akkor a kinetikus gázelmélet, vagy a statisztikus mechanika és az elektrodinamika alapján történik a leírás. Érdekes, hogy a kvantumfizika viszonylag mennyire a háttérbe szorul a plazmafizikában. Ez végső soron érthető, hiszen a legtöbb összefüggésben olyan nagy energiákról van szó, amelyek mellett az energiaátadás kvantumos szerkezete zavaratalanul elhanyagolható. Ugyanakkor vannak olyan kérdések a plazmafizikában is, amelyek vizsgálata a kvantumfizika nélkül lehetetlen.

Az eddig tárgyalt tudományok közül a statisztikus mechanika az elektromosságtan törvényeivel kiegészítve alkalmas arra, hogy a plazmák fizikai jellemzőit az atomfizikai ismereteink mai állásának megfelelően kiszámítsák. Így például megadható, hogy a plazma ilyen és ilyen fizikai mennyiségekkel jellemzett állapotában pl. a dielektromos állandó, a diffúziós együttható, az elektromos és a hővezetési együtthatók milyenek.

Amennyiben ezeket az anyagi jellemzőket ismerjük, vagy ha nem ismerjük, de adótnak tételezzük fel, mód van egy ún. fenomenológiai leírásra is. Tulajdonképpen ez a leírásmód a régebbi és történetileg az elsődleges. A plazma, bármennyire is hangsúlyozzuk, hogy újonnan megismert halmazállapot, tulajdonképpen gáz, csak speciális tulajdonságú és speciális külső körülmények között van. Gáz, de nem semleges, csak messziről, makroszkópicusan. A plazmát tartalmazó edény elektromos töltése zérus lehet és belül mégis itt pozitív, ott negatív töltések lehetnek ideiglenesen túlsúlyban. Minthogy külön életet él az iongáz és az elektron-gáz, előfordulhat, hogy egy külső mechanikai jellegű, pl. gravitációs erőhatás elektromos áram felléptéhez vezet. Ennek a különleges közegnek a mozgását, állapotváltozásait tárgyalja az ún. *magnetohidrodinamika*. Ez a fentebb vázolt körülmények figyelembevételével a hidrodinamika és az elektrodinamika törvényeinek a közössége. Az elnevezése onnan ered, hogy a plazmák ilyen tárgyalásában mindent vissza lehet vezetni egyrészt a mágneses tér jellemző mennyiségére: a mágneses térerősségre, másrészt a hidrodinamikai mennyiségekre (sebesség-, sűrűség-, hőmérséklet-, és nyomáseloszlásra). Minden más mennyiség a fentiekből levezethető.

Sajnos, a tudományok fejlődése során gyakran előfordul, hogy nem tökéletesek az elnevezések. Gondoljunk csak az áram irányának a definíciójára, vagy az űrhajózás elnevezésére! Ugyanúgy nem tarthatjuk

szerencsésnek a magnetohidrodinamika elnevezést sem, mert a víznek (hidro) semmi köze nincsen a plazmákhoz. Ezért gyakran találkozunk e tudományág olyan megjelölésével, hogy „folyadékok és plazmák elektrodinamikája” vagy „kozmosz elektrodinamika” vagy éppen „magnetofluidodinamika”. Újabban éppen ez utóbbi, amit magyarul a legnehezebb visszaadni, örvend egyre nagyobb népszerűségnek a tudomány külföldi művelői körében.

Miután bepillantottunk a plazmák világába s egyet s mást már kilestünk különleges tulajdonságaikból, lássuk, hogy hol találkozunk velük! Bár egyes becslések szerint a Világegyetem anyagának több mint 99,9 százaléka plazmaállapotban van, nem egyszerű a felsorolás. Ennek egyik oka az, hogy bolygónkon a plazma vagy rendkívüli természeti jelenség kapcsán, vagy speciális fizikai kísérletekben mutatkozik meg.

Korántsem teljesen ionizált gázzal, hanem éppen hogy csak plazmaszerű közeggel azért mindenki kísérletezhet otthonában is. Vegyünk pl. egy gyertyát. Ismeretes, hogy a lángjának a hegye a legmelegebb. Óvatosan, hogy nemkívánatos légmozgással a gyertya lángját meg ne táncoltassuk, tartsunk egy erős mágnespatkót a lánghoz úgy, hogy a láng a pólusok között legyen az észak-déli irányra merőlegesen. Azt tapasztaljuk, hogy a gyertya lángja egy kissé elfordul, elgörbül. A kitérés merőleges lesz a zavartalan láng tengelyére és a mágneses télerősség irányára is. Ennek az a magyarázata, hogy a lángban kissé ionizálódik a levegő, az ionok mozgása elektromos áramot jelent, az áramot a mágneses erőter elteríti. Elektromos töltéssel rendelkező gáz, tehát plazma a gyertya lángja, s tanulságos a kísérlet, mert mutatja, hogy a külső mágneses erőter az egész gázkeveréket — a lángot — el tudja téríteni.

De ez a kísérlet arra is enged következtetni, hogy nem a gyertya volt a lényeges benne, hanem a láng. Ilymódon az emberiség tapasztalataiban a plazma a láng, a tűz, pontosabban az általa létrehozott gyengén ionizált gáz formájában jelent meg. De ki tudná megmondani, hogy a villámot az ember már mióta ismeri. Ugyanis a villám is plazma, koloszális méretű gázkiszülés, ahol az elektródák vagy a felhők, vagy a felhő és valamilyen földi tárgy. A gázkiszülés szikrája pedig igen nagymértékben ionizált gáz. A Földön mesterségesen és kicsiben létrehozott villámok, a gázkiszülések vizsgálata során kezdődött a plazmák fizikai tanulmányozása is.

A múlt században végeztek először olyan kísérleteket, hogy fém-bevezetésekkel ellátott és kiszivattyúzott üvegesöveken keresztül, az alacsony nyomású gázban a bevezetésekre kapcsolt nagyfeszültség hatására szikra csap át, kiszülés indul meg. A gázkiszülések vizsgálatának egyik úttörője, *W. Crookes* 1879-ben már nagy jövőt jósolt „az anyag negyedik halmazállapotának”, amely a kiszülési fonalban megjelent.

A plazmafizikának ez a hajnala egyelőre azonban „csak” olyan kutatások megindulását jelentette a gázkisülések és a vákuumtechnika területén, amelyek végül az elektroncsövekhez, s így a rádiótechnika szédületes fejlődéséhez vezettek. A gázkisülések fizikája fizikatörténetileg és módszertanilag is a plazma megszületésével kapcsolatos.

A „plazma” elnevezést az ionizált gázra *Irving Langmuir* vezette be 1923-ban, amikor az ionizált gázok elméletének problémáival foglalkozott. A „plazma” nem kizárólagosan a fizikában használatos szó. A plazma szó az újkori tudományba a biológián keresztül jutott, éspedig *J. Purkyne* cseh biológusnak tulajdonítják bevezetését. Purkyne 1839-ben használta a protoplazmával kapcsolatban olyan rendszer megjelölésére, amely kocsonyaszerű közeg s benne nagyobb részecskék látszanak. A fizika plazmája természetesen legfeljebb annyiban hasonlít ehhez, hogy a „kocsonyaszerű” anyagot az elektrongáz képviseli, a „részecskéket” pedig az ionok.

A Föld felszínén más plazma — az eddig felsorolt lehetőségeken kívül — nem található. Plazmaszerű, de inkább magnetohidrodinamikai közeg előfordul: ezek a folyékony fémek. A higany szobahőmérsékleten is folyékony, az alkálifémek pedig elég alacsony hőfokon megolvadnak. Ezekkel a folyékony fémekkel sok tekintetben vizsgálni lehet, milyen is lenne egy sűrű plazma. Igen sok magnetohidrodinamikai jelenséget — amely természetesen ritka plazmában is fellép — először higanyban, illetve nátrium olvadáskában figyeltek meg. Így például ha egy magnetohidrodinamikai közeg csőben áramlik az áramlásra merőleges külső mágneses erőterben, akkor belső súrlódása megnő, úgynevezett mágneses viszkozitása is lesz. Ez az egyébként parabolikus sebességprofilat beláptja. A magnetohidrodinamikai hullámokat, amelyeket *Hannes Alfvén* talált meg elméleti úton, szintén higanyban mutatták ki kísérletileg.

A magnetohidrodinamikai hullámok a plazmák — vagy plazmaszerű közegek — kisamplitudójú rezgései. Ha a közeg külső mágneses erőterben van, akkor benne nemcsak közönséges hanghullámok terjedhetnek, hanem pl. olyanok is, amelyek a klasszikus hidrodinamika és az elektrodinamika számára ismeretlenek voltak. Ezt az új rezgési módot Alfvén-hullámnak nevezik. Az Alfvén-hullám a közegnek olyan rezgése, amelyben a sűrűség és a nyomás állandó marad, a sebesség és a mágneses erőter csatoltan rezeg. Alfvén szerint ezt a rezgést a következőképpen lehet elképzelni. A mágneses erővonalak a közeget átszelik. Gondoljuk azt, hogy az erővonal egy húr, amelyet valamilyen erő kifeszítve tart. Az Alfvén-hullám ennek a mágneses erővonalnak mint húrnak a transzverzális rezgése.

A lángot, a villámot és a kísérleti fizikus laboratóriumát elhagyva a Föld felszíne már nem kínál plazmát. Ehhez itt túlságosan hideg van. De a Föld felszínén állva és az égboltra tekintve se szori se száma azoknak

a jelenségeknek, amelyek — mint utóbb kiderült — plazmák jelenlétéről árulkodnak.

Vegyük mindjárt a Föld légkörét. A rádióhallgatók előtt ismeretes az a tény, hogy a szuperkészülékek elterjedését az a körülmény is elősegítette, hogy a földi légkörnek van egy ionizált rétege, amely a földfelszínről érkező elektromágneses hullámokat — azok frekvenciájától függően — visszaveri. Bizonyos frekvenciákon ez a réteg majdnem tükörként viselkedik, más frekvenciákon teljesen átlátszó. Ennek az átlátszóságnak következménye, hogy a televíziós világvetelt nem lehet közvetítőállomások vagy mesterséges égitestek segítségével nélkül megvalósítani.

A mesterséges égitestekkel végzett kísérletek oldották meg a sarki fény problémáját. A Föld saját mágneses erőterrel rendelkező égitest, felső légrétegeit a kozmoszból érkező sugárzások ionizálják. Az ionizált gázt a földi mágneses tér befogja, csapdába zárja. A mágneses tér segítségével Földünkhöz kötött plazma a Föld magnetoszférája. Ebben óriási energiájú protonok és elektronok száguldanak, melyek pályája szemléletesen szólva a Föld mágneses erőterének egy-egy erővonalára tekeredő spirális. Miként a töltött részecskék mágneses terekben kialakuló mozgásáról tudjuk, az erővonalára tekeredő spirális tágasságát a részecske energiája és a mágneses térerősség meghatározza, meghatározott energiájú részecskéket pedig a pólusoknál összetartó mágneses erővonalak tükörként visszafordítanak. A földi mágneses erőterbe befogódott nagyenergiájú részek mindaddig száguldanak oda-vissza az erővonalak mentén, míg a földi légkör sűrűjébe érve egy atommal összeütköznek. Az ekkor lezajló folyamatok egyike a fénykibocsátás. A sarki fény előfordulása, mint a földrajzi hely függvénye, a csodálatos függöny-alak, az időbeli gyakoriság stb. mind lényegében összhangban van az említett mechanizmussal vonatkozó jelenlegi elképzeléseinkkel.

Messzebbre pillantva látjuk a saját fényüket sugárzó csillagokat. A csillagok energiatermelésének vizsgálatából kitűnt, hogy a csillagok belsejében többmillió fokos hőmérsékletek uralkodnak. Anélkül, hogy a csillagok belsejében uralkodó óriási nyomást is külön figyelembe vennénk, világos, hogy ott az anyag teljesen ionizált állapotban van. Az energiát magfúzió termeli. Nyilván nem abszolút egyenletesen, mert ekkora égitestben a spontán hőmérséklet-ingadozás egyébként is jelentős lehet. Az itt-ott megszabadó magfúzió felszabadított energiája kavargó áramlással, részben hővezetéssel, részben bent keletkező hullámok közvetítésével jut a felszínre.

Nagyszabású program, amire korunk csillagászai és fizikusai vállalkoztak. Előttünk a Nap, az óriási plazmagömb, melyről már sok mindent tudunk, de még többet szeretnénk. Tudjuk, hogy magfúzióból termeli energiáját. Hogy milyen atommagokból milyen reakciók útján? Ebben

az irányban még nincs módunk közvetlen tapasztalati döntésre, hiszen egyelőre csak következményeiben férünk hozzá a jelenségekhez. De ennek a plazmagömbnek minden tulajdonságát, kitéréseit, foltjait, mágnességét, ezek periódusait stb. a plazmafizika és a magfizika egyesített erőfeszítéseivel egységes alapon megmagyarázni: úgy látszik ígéretes, bár fáradságos, de járható út. Az elmúlt két évtized, hiszen a plazmafizika és a magnetohidrodinamika бурjánzó fejlődése csak ennyi időre tekinthet vissza, már eddig is szép eredményeket hozott. Mégis itt a megismerésnek még csak a küszöbén vagyunk.

Itt, bár sok csillagászati jelenségre, amely a plazmafizikával szorosan összefügg, pl. a csillagközi anyag szerkezete, szerepe, tulajdonságai, a kozmikus sugárzás eredete, nemtermikus mozgásból eredő polarizált rádiósugárzás (pl. Rák-köd) stb. nem tudunk kitérni, mégis visszafordul tekintetünk a Földre. A fizikai és a csillagászati kutatások mindig termékenyítő hatással voltak egymásra. A fizika eleinte azzal fejlődött, hogy kutatási témáját a csillagászat problémái között kereste és találta meg. Gondoljunk a bolygómozgás problémájára vagy a gravitációs törvényre. Azután a csillagászat kapott igen sokat a fizikától, amikor a fizika törvényeit alkalmazták a csillag légkörök vizsgálatára. Most, úgy látszik, a csillagászat adott ötletet a fizika egyes égető problémáinak megoldásához: a szabályozott termonukleáris energiatermelés megoldása a Nap lekopirozását jelentené, ha nem is a szó szoros értelmében. Hogy ez a megállapítás mennyit ragad meg a tényleges helyzetképből, talán lemérhető azon, hogy hány csillagász dolgozik most ilyen berendezések problémáin: *L. Spitzer*, *S. Chandrasekhar*, *L. Biermann*, hogy csak a legkiemelkedőbb neveket említsük. Ennek a perszónaluniónak nyilván az a háttere, hogy itt a Földön most a termonukleáris kísérleti berendezésekben közvetlen tapasztalati úton ismerhető meg annak az anyagnak a szerkezete, mozgása és sok tulajdonsága, amely a csillagászatban csak messziről tanulmányozható.

S bár nem vitás, hogy csak igen óvatosan, sok körültekintéssel lehet majd a Földre hozott „Nap” megtalált törvényeit a kozmikus „mintára” alkalmazni a rendkívül eltérő méretek, időtartamok, anyagbőség stb. miatt, mégis bizonyos, hogy ez nem lesz haszontalan az asztrofizika számára sem.

Így ha a termonukleáris energiatermelés problémái már a megoldáshoz közelednek, előfordulhat, hogy a fizika visszatérleszti a csillagászatnak azt a kölesönt, amelyet a szabályozott termonukleáris reakció megvalósítására ösztönzés formájában tőle kapott.

ALMÁR IVÁN:

MILYEN FÉNYES EGY CSILLAG?

Hozzászólás a csillagászati fotometria egyes problémáihoz

Bármit akarunk egy csillagról megtudni, azt sugárzásából² kell kiolvasnunk. Az ókori csillagászt szinte egyedül az érdekelte, hogy honnan, milyen irányból érkezik ez a sugárzás és nem vette figyelembe a sugárzás erősségében, a csillagok fényességében mutatkozó, ugyancsak szembeszökő különbségeket. Mivel a látszó csillagpozíciók tanulmányozása, az *asztrometria* kezdettől fogva gyakorlati célokat is szolgált, ti. elősegítette a térbeli és időbeli tájékozódást, történelmileg sokkal hamarabb fejlődött ki, mint a csillagfény „mennyiségének” illetve „minőségének” vizsgálati módszerei: az *asztrofotometria* illetve *asztrospektroszkópia*. Pedig bizonyos egyszerű fotometriai megfigyelések kezdettől fogva érvként szerepelhettek volna a heliocentrikus felfogás érdekében vívott hosszú, tudományos és világnézeti háborúban. Tudniillik a Mars és a többi bolygó látszó fényességének szabályos ingadozása, mely szabad szemmel is könnyen megfigyelhető, a Föld körül körpályán keringő bolygók hipotézisével egyáltalán nem egyeztethető össze. Igaz ugyan, hogy felhők és más légköri tényezők ugyancsak gyakran okoznak relatív fényességkülönbségeket, ezért a bolygók pozíciójának megváltozása a csillagokéhoz képest sokkal egyszerűbben ismerhető fel, mint relatív fényességingadozásuk. Emellett szögezzük le, hogy az égitestek látszólagos pozícióját már az ókorban is *mérni* tudták egyszerű, de viszonylag pontos eszközökkel, míg *fényességmérő* berendezés hosszú ideig, mintegy száz évvel ezelőttig nem állt a csillagászok rendelkezésére.

A csillagsugárzás intenzitásának és minőségi összetételének vizsgálata akkor vált fontos programná, amikor a csillagok „természetrájának” megalkotása került napirendre, vagyis a szigorúan vett asztrofizikai kutatások beindulásával a múlt század közepén. Tekintve, hogy még a legnagyobb távcsövek sem képesek részleteket feltárni a csillagok felszínén — nem is beszélve belsejükről — az asztrofizikusnak a bolygó-kutatóval ellentétben nem távcsőve nagyítóképességét kell növelnie, hanem olyan új eszközökre van szüksége, melyek a távcsőre szerelve

² E cikk kizárólag az optikai eszközökkel érzékelhető sugárzással foglalkozik, a rádiócsillagászat, neutrínócsillagászat stb. intenzitás mérési problémái kívül esnek e cikkünk keretein.

elvégzik a csillagfény mennyiségének mérését és minőségi elemzését. Erre a célra készültek a különféle fotométerek, spektroszkópok, illetve később a fotografikus berendezések, spektrográfok, fotoelektromos fotométerek, elektronoptikai képátalakítók stb. Az eredmény — tudásunk hihetetlen gazdagodása a csillagok világáról, a csillagok méreteinek, szerkezetének, a csillag légkörök kémiai összetételének, a csillagalmazok szerkezetének és evolúciós útjának megismerése. Anélkül, hogy ezeket az eredményeket, melyek korábbi Évkönyvek cikkeiben gyakran szerepeltek már ehelyütt részleteznénk, csak utalunk arra, hogy mindezen problémákban a fényintenzitás mérése alapvető szerepet játszik. Aki tehát tájékozódni kíván a modern asztrofizika bármely ágában, szembe találja magát az asztrofotometria alapkérdésével: milyen fényes a csillag?

Hozzátehetnénk még, hogy milyen fényes *jelenleg*. Az asztrofotometria egyik jelentős alkalmazási területe ugyanis a változó fényű csillagok (röviden változók) vizsgálata. Tekintve, hogy egyre több csillagnál találunk fényváltozást, a fotometria ezen programja kimeríthetetlennek látszik. Minthogy pedig az MTA Csillagvizsgáló Intézetének évtizedek óta fő és igen eredményes munkaterülete a változó csillagok fotometriája, természetes, hogy a korábbi Évkönyvekben is gyakran találkozhattunk fotometriai fogalmakkal, különféle magnitúdókkal, színindexekkel stb. Megértésüket megnehezíti az a körülmény, hogy kizárólag a csillagászatban használatosak és kevésbé szemléletesek. Cikkünk első részében, anélkül, hogy a legcsekélyebb mértékben is teljességre törekednénk, áttekintjük azt az utat, amelyen az asztrofotometria mai mértékrendszere kialakult, majd különféle szerzők nyomán ennek kritikáját adjuk, végül kitérünk néhány javaslatra, mely a mértékrendszer modernizálását tűzte ki célul.

Az asztrofotometria jelenlegi mértékrendszereinek kialakulása

Az asztrofotometria megalapítójának *Hipparchos* görög csillagász tekinthető, aki az i. e. II. században elsőnek osztályozta a csillagokat látszó fényességük szerint. Hatféle fényességosztályt különböztetett meg, egyessel jelölte a legfényesebb, hatossal a leghalványabb csillagokat. Ezeket a fényességosztályokat fényrend vagy nagyságrend (*magnitudo*) elnevezéssel a későbbi korok is megtartották, csupán kiterjesztették a skálát a szabad szemmel már nem látható csillagokra is, bevezették a közbülső, tizedes osztályozást és megkísérelték pontosan definiálni az így kapott fényességskálát. Ennek során bebizonyosodott, hogy a skála logaritmikus, mivel a szem nem megvilágításbeli *különbségeket*, hanem *arányokat* észlel; ennek következménye, hogy ha egy tárgy megvilágítottságát 1 egységnyiről 2 egységnyre növeljük, a kifényesedést orsónak

érezkeljük, ha viszont 101 egységnyről 102 egységnyre, alig vesszük észre a fényességváltozást. Ez az ún. *Weber—Fechner-féle* pszichofizikai törvény, mely már Hipparchos magnitudoskálájának is alapját képezte. A múlt században (1857) *Pogson* angol csillagász javaslatára úgy definiálták a fényességskálát, hogy a szomszédos fényességsztályokhoz tartozó csillagok fényének intenzitása 1 : 2,512 arányban álljon egymással. Ez a megállapodás tulajdonképp a Hipparchos-féle skálabeosztáshoz alkalmazkodott és annyit jelent, hogy bármely két csillag fényintenzitása (I_1 és I_2) illetve magnitúdóban kifejezett fényessége (m_1 és m_2) között a következő összefüggés érvényes (*Pogson* képlet):

$$m_2 - m_1 = -2,5 \log \frac{I_2}{I_1}$$

Mint látjuk, egyenlő intenzitásarányokhoz egyenlő magnitudokülönbségek tartoznak, továbbá nagyobb fényintenzitású, tehát fényesebb csillagnak kisebb magnitúdo érték felel meg.

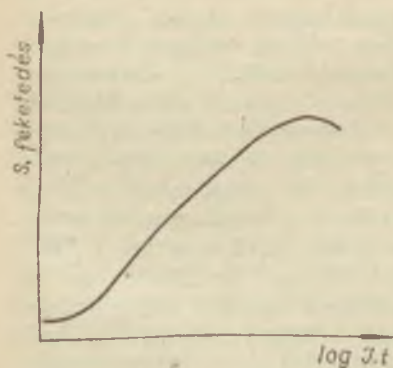
A skála *nullpontját* úgy határozták meg, hogy a korábban becsült magnitúdo értékek ne változzanak. Ilyen fényességbecslések legnagyobb számban a *Bonner Durchmusterung* elnevezésű nagy csillagkatalógusban voltak, ezekhez, mint mértékhez hasonlították a később besorolandó csillagokat. Azzal a kérdéssel, hogy valójában mekkora egy bizonyos magnitudoszámmal jellemzett csillag fényessége — vagyis energetikai egységekben kifejezve mekkora megvilágítást hoz létre a csillag — a múlt században még nemigen foglalkoztak a csillagászok. A csillagászati fényességskála a fizikaitól függetlenül, sőt azt megelőzve alakult ki, fényesség szempontjából a csillagokat továbbra is mindig csillagokkal hasonlították össze.

Az összehasonlítást szemmel végezték. A szem két fényforrás fényességében már 1%-nyi eltérést is érzékelni tud, ezért, noha az ilyen *vizuális fotometria* a modern kutatásokban teljesen alárendelt szerepet játszik már, bizonyos területeken (változó csillagok megfigyelése) napjainkig megmaradt, mint az amatőrök kedvelt és hasznos észlelési módszere. A közvetlen összehasonlításnál, melynek során képzeletben fokozatokra bontjuk és becsüljük az ismert és a mérendő csillag fényességének különbségét, némileg pontosabb és főleg objektívebb eljárás a *fotométerrel* történő mérés. Sokféle, különböző elven működő fotométert használtak, közülük a polarizációs, a macskaszem és az ékfotométer érdemel említést. A távcsőre szerelt ékfotométerben például eltolható optikai ék segítségével különbözőképp gyengíthető egy kis lámpa (mesterséges csillag) fénye; méréskor az éket addig toljuk, amíg a mérendő csillagot a mesterséges csillaggal egyenlő fényesnek látjuk. Ismert magnitúdójú csillagok segítségével az ék állásából a mérendő csillag magnitúdója kiszámítható.

A fényképezés bevonulása a csillagászatba óriási lehetőségeket nyújtott az asztrofotometria számára is. A fotolemez vagy film érzékenysége ugyan, különösen eleinte, messze elmaradt a szemé mögött, mégis ezáltal vált lehetővé halvány égi objektumok tanulmányozása viszonylag kis műszerekkel. A fotoemulzióban ugyanis a beérkező fényimpulzusok bizonyos meghatározott százaléka maradandó hatást vált ki, ezek a hatások időben összegeződnek, és ezért megfelelően megnyújtott expozícióval a szem számára láthatatlan, halvány égitestek is lefényképezhetők. A hatás erőssége a használt fotoanyagon kívül csupán a fényforrás fényességétől és az expozíció hosszától függ, az utóbbi ismeretében tehát az előbbi kiszámítható.

Gyakorlatban a hatás erősségének mérése nem könnyű feladat. Először el kell dönteni, hogy mit mérjünk a fotolemezen vagy filmen: a csillag fénye által a negatívon létrehozott sötét folt *átmérőjét* vagy *feketességét*? Kezdetben inkább csak a képek átmérőjét hasonlították össze, mivel ennek mérése közvetlenül lehetséges. Kiderült azonban, hogy a fényforrás képeinek kialakulása olyan bonyolult folyamat, hogy ez a mennyiség csak durva közelítésben jellemző a csillag fényességére. Később bebizonyosodott, hogy a mérésnél a kép átmérőjét és feketességét egyaránt figyelembe kell venni.

A kérdéses mennyiséget szemmel becsülhetjük, vagy mikrofotométerrel mérhetjük. Csillagok fényképei szemmel történő összehasonlítása ma is elterjedt módszer, mely különösen csillagokkal sűrűn „benépesített” halmazok belsejében előnyös a bennük található változók fényességének meghatározására. A negatívon szorosan tömörülő foltok elkülönítése és kimérése ugyanis ilyenkor nehéz feladat. Egyedülálló csillagoknál viszont a mikrofotométeres mérés nagyobb pontosságot és objektivitást tesz lehetővé. A különféle mikrofotométer-típusok (Rosen-



25. ábra. Egy típusus feketedési görbe

berg, Siedentopf stb.) közös jellemzője, hogy a mérés célja annak meghatározása, hogy keresztvilágításakor milyen mértékben gyengíti a negatívon képződött kép a fény intenzitását. A mérés például a Rosenberg fotométerben folytonos ék segítségével történik, az ék állása jellemzi a folt sötétedését, vagyis a csillag fényességét. Az összefüggés az ékállással jellemzett feketedés és a megvilágítás erőssége között nem adható meg képletben egyszerűsége miatt. Ismert fényességű csillagok segítségével minden egyes negatív

számára meg kell külön konstruálni a kérdéses „feketedési görbét”, vagyis az összefüggést a beeső fényintenzitás és a megfelelő feketedés között. A 25. ábrán egy tipikus feketedési görbét mutatunk be. A mérés általában a görbe középső, lineárisnak vehető szakaszán történik, a mérendő csillag által létrehozott feketedéssel beinterpolálva kapjuk magnitúdóban kifejezett fényességét.

Megegyezik-e ez a magnitudo érték azzal, amit szemmel becslülve vagy vizuális ékfotométerrel mérve kapnánk? Azonos-e a fotografikus megfigyelésekből levezetett magnitudo-skála a régi, vizuális skálával? Ez a kérdés hosszú ideig fel sem merült a csillagászatban. Csak századunk elején kezdte az asztrofotográfia néhány úttörője felismerni, hogy ezzel a problémával foglalkozni kell. Egyik legkiválóbb köztük *Kövesligethy Radó* magyar csillagász volt, aki „A csillagmagnitudo fizikai jelentősége” című 1900-ban megjelent cikkében

(ApJ 11 350) már a lényegre tapintott. Kövesligethy kifejtette, hogy a magnitudo definíciója szubjektív, fiziológiai elemeket is tartalmaz, amennyiben a vizuális magnitudo értéke nemcsak a csillag folytonos spektrumától, hanem a felfogóberendezés (szem) érzékenységtől is függ, ezért a magnitudokülönbség más felfogóberendezést (pl. fényképlemezt) használva más lesz.

Valóban a szem érzékenysége a $\lambda = 0,55 \mu$ hullámhosszú, a normál negatívé viszont a $\lambda = 0,45 \mu$ hullámhosszú sugárzásra maximális, vagyis a fotoanyag a kék, a szem a sárga színben érzékenyebb. Ez azzal a következménnyel jár, hogy például szemmel egyforma fényesnek látszó kék és vörös csillagok közül a kék lényegesen erősebb nyomot hagy a negatívon, tehát fotografikus úton meghatározott fényessége nagyobb. Ezek szerint a fotografikusan mért magnitudók a csillag fényességének új, a vizuálistól különböző jellemzői. Az előzőkből az is nyilvánvaló,



26. ábra. Kövesligethy Radó magyar csillagász
(1862—1924)

hogy a kétféle magnitudo különbsége függ a csillag színétől, tehát arra jellemző paraméternek tekinthető. Ez a paraméter, a *színindex* (CI) kissé általánosabb formában nagy szerepet játszik az asztrofizikában, mint a csillag színét, tehát közvetve felszíni hőmérsékletét kifejező adat.

A *fotografikus magnitudo* fogalmának bevezetésekor természetesen szükségessé vált az új magnitudo-skála összekapcsolása a régivel; olyan önkényes megállapodás született, hogy az A0 színképtípusú (6,0 magnitudójú) kék csillagok fotografikus és vizuális fényességét ugyanaz a magnitudoérték jellemezze, vagyis e csillagok színindexe nulla legyen. Később olyan emulziós anyagok készültek, melyek érzékenységi maximuma a sárgába, vörösbe vagy akár az infravörösbe esik, így az ilyen lemezekre készített felvételeken új és új magnitudo-skálákra volt szükség. Emellett a fotografikus magnitudók bevezetésekor azonnal felmerült a megfelelő standard-csillagok problémája; a Bonner Durchmusterung *vizuális* magnitudo-adatait nem lehetett *fotografikus* összehasonlítás-kor támpontul használni. Olyan csillagra, vagy inkább csillagesoportra volt szükség, mely a mértékrendszerek alapkövéül szolgálhat, vagyis amelyhez viszonyítani lehet más csillagok vizuális, fotografikus stb. fényességét. Tekintve, hogy az obszervatóriumok zöme az északi féltekén működik, célszerű volt olyan környéket választani, mely állandóan az északi félgömb bármely pontjának horizontja fölött tartózkodik. Ezért 1922-ben nemzetközi megállapodás a Sarkcsillag körüli, az akkor elérhető legnagyobb pontossággal kimért 96 csillag fotografikus magnitudóját tette a fotografikus, illetve 79 csillag sárgaérzékenyített negatívon kapott ún. fotovizuális magnitudóját a vizuális magnitudo-skála nemzetközi alappontjává (IPg és IPv rendszer). E csillagesoportban, melynek elnevezése *North Polar Sequence* (NPS) 2 és 20 mg között mindenféle fényességű csillag található. Megjegyezzük, hogy az ilyen nagy fényességintervallumot átfogó, viszonylag nagy pontosságú standard fényességskála létrehozása hatalmas munka volt, mellyel megalkotói (*Schwarzschild, Hertzsprung, Parkhurst, Scares*) annak idején lényegesen megkönnyítették és egzaktabbá tették a fotometriát. A fotografikus fotometria ezek után egyszerűen abból áll, hogy ugyanakkora expozíciós idővel, gyors egymásutánban készítettünk ugyanarra a negatívra felvételt a mérendő objektumról, majd észak felé fordítva a távcsövet a NPS-ről. A NPS csillagaival meghatározható a lemezen mért feketedés és a magnitudo érték közötti összefüggés, a feketedési görbe, vagyis bármely ismeretlen csillag magnitudóját az általa létrehozott feketedésből be lehet interpolálni. A számításnál természetesen figyelembe veendő, hogy a csillag és az északi pólus nem ugyanott van az égen, vagyis a légkör által okozott fénycsökkenés (extinkció) is különböző. Később a NPS kiegészítésére ill. pótlására további csillagesoportokat mértek ki nagy pontossággal az északi ill. déli égbolton. Az 1910-es évektől

kezdve meghatározták és nagy katalógusokban közzétették mintegy félmillió csillag fotografikus magnitúdóját. A katalógusok közül említést érdemel a *K. Schwarzschild* által készített *Göttinger Aktinometrie*, a *Yerkes Actinometry* valamint a *Harvard* obszervatórium nagy csillagkatalógusai.

A fotometriában lényeges fejlődést ezután a *fotoelektromos* mérési módszerek megjelenése hozott. A fényességmérés alapjául az a jelenség szolgál, hogy fény hatására a fotokatódokból elektronok lépnek ki és bizonyos határok között a kilépő elektronok száma arányos a beeső fény intenzitásával. Ha a csillag elég fényes és a berendezés elég érzékeny, olyan erős fotoáramot kapunk, hogy (esetleg megfelelő egyen- vagy váltóáramú erősítés után) galvanométerrel mérni tudjuk a *pillanatnyi* áramintenzitást. Ellenkező esetben a közvetlen árammérést helyettesíteni kell a keletkezett fotoelektronok számának, vagyis adott időintervallumban a töltésfelhalmozódásnak a mérésével. Az előbbi módszer a szem, az utóbbi a fotolemez érzékelési módjára emlékeztet. A modern elektronsokszorozó berendezések (*RC A*, *EMI multiplierek*) alkalmazása direkt árammérések útján minden eddigit messze felülmúló mérési pontosságot tett lehetővé az asztrofotometriában. Ugyanakkor az integráló (összegező) módszert alkalmazó ún. *fotoszámláló* berendezések segítségével rendkívül halvány csillagok fénye vált regisztrálhatóvá.

Minthogy a különböző megfigyelők által használt távesövek és multiplierek színérzékenysége különböző, sőt még az idővel is változik, a nagy pontosságú fotoelektromos megfigyelések kapcsán újra felmerült az a probléma, hogy a mérés milyen magnitúdót szolgáltat. Ahogy ez új eljárások születésekor történni szokott, a kutatók kezdetben arra törekedtek, hogy az ő fotoelektromos magnitúdójuk minél jobban megközelítse a régi fotografikus vagy vizuális magnitúdókat. Ennek érdekében a multiplier elé olyan színszűrőket helyeztek el, melyek a felfogóberendezés érzékenységeinek hullámhosszfüggését a fotoanyagéhoz vagy a szeméhez tették hasonlóvá. A fotoelektromos észlelések nagyobb pontossága azután rövidesen felfedte a korábbi magnitudo-skála alappontjául szolgáló s a maga korában, a fotografikus megfigyelésekhez kiválóan megfelelő *NPS* egyes belső ellentmondásait. Különösen azután vált kiélezetté a helyzet, hogy egyes kutatók felismerték a több színben való mérés előnyeit és különféle szűrőket alkalmaztak, hogy az ultraibolyától az infravörösig minél sokrétűbben tanulmányozhassák a csillagok által kibocsátott sugárzást.

Így természetesen minden táveső-szűrő-multiplier kombinációhoz egy meghatározott magnitudo-skála tartozott, melyben például egy változó megfigyelt szín- és fényességváltozásait nagy pontossággal le lehetett írni, de alkalmatlan volt arra, hogy valamely objektum fényességét egy másutt mért fényességgel vessük egybe. *Stebbins* és *Kron* például hat, alkalmasan megválasztott színben követték egyes változók

gyors fényesség-ingadozásait; ezek a mérések kevés időt igényelnek, ugyanakkor egy teljes spektrálfotometriával egyenértékűen jellemzik a spektrum egészére kiterjedő fényességváltozásokat.

Természetesen a felhasználás alapfeltétele, hogy ismerjük azt az ún. *izofót* hullámhosszat, amelyre a fényességmérés vonatkozik. A fotoelektromos berendezések eltérő izofót hullámhosszakon végrehajtott méréseinek „közös nevezőre hozása” a negyvenes évek végére sürgető szükségsszerűséggé vált és megindult a vita, hogy milyen hullámhossztartományokra és izofót hullámhosszokra korlátozzák a fotoelektromos észleléseket. *W. Becker* azt javasolta, hogy a hullámhosszakat úgy válasszák meg, hogy a kapott magnitudo értékek együttesen lehetőleg teljes képet adjanak a csillagspektrum energiaeloszlásáról. Ilyen irányú vizsgálatok eredményeképp kiderült, hogy lényegében 3 hullámhossz elegendő: a vizuális mérések izofót hullámhossza változatlanul hagyható (*V*), viszont a korábbi fotografikus magnitudót (*P*) két másikkal kell helyettesíteni, melyek a spektrumban „*Balmer-ugrás*” néven ismert hirtelen intenzitáscsökkenés előtti (*B*) illetve utáni (*U*) hullámhosszra vonatkoznak. *Johnson* ugyanis kimutatta, hogy a korábban használt kék szűrőkkel olyan „fotografikus” fényességet mértek, mely a valódi kék és az ultraibolya sugárzás keverékének eredménye. Márpedig a különböző típusú csillagoknál éppen a kék és ultraibolya sugárzás viszonya változik, tehát — ha célunk a spektrum intenzitáseloszlásának jellemzése — e két hullámhosszban külön magnitudo-skála (*B* ill. *U* skála) használata kívánatos. A *Johnson* féle *B* magnitudo csak olyan szűrővel valósítható meg, mely nem engedi át a 3800 Å-nél rövidebb hullámhosszú ultraibolya sugárzást. A csillag színének jellemzése ebben az ún. *UBV rendszerben* két színindexszel történik (*B—V* ill. *U—B*). Az előbbi a régi színindexnek kissé módosított formája

$$CI = -0^m18 + 1,09 (B-V)$$

az utóbbi az ultraibolya sugárzás jellemzője.

Johnson és *Morgan* 1953-ban tették közzé több mint 400 csillag magnitudóját az *UBV rendszerben* azzal a céllal, hogy ezek a standard csillagok szolgáljanak összehasonlítóul minden további fotoelektromos észleléshez (*ApJ* 117, 313). Ezen „*Johnson csillagok*” fényességét és színindexét az eredeti katalógus századmagnitudónyi pontossággal közli és a hiba valóban nem nagyobb $\pm 0^m02$ -nél. Tekintve, hogy a *Johnson* csillagokat úgy igyekeztek összeválogatni, hogy az ég bármely vidékén legyen mindenféle fényességű és spektráltípusú standard-csillag, általában lehet is találni a mérendő csillag környékén alkalmas színű és fényességű összehasonlítókat. Ezért a *Johnson* csillagok segítségével végrehajtható különböző helyekről végzett fotoelektromos észlelések egybevetése — természetesen logfoljebb akkora pontossággal,

amekkora a Johnson-féle magnitudo értéke. Megjegyezzük, hogy 1953S elnevezéssel kiterjesztették a Johnson-féle *UBV* rendszert a déli éggömbre is. Számos obszervatóriumban foglalkoznak ezenkívül az eredeti lista kibővítésével, újabb és újabb standard csillagok kijelölésével (a wroclawi obszervatóriumban például *Rybka* 6 mg körüli különböző színű csillagpárokból állított össze katalógust).

A standard csillagok hálózatanak „besűrítésére” azért van szükség, mert ha a mérendő csillag és a standardok iránya többfokos szöget zár be egymással, a különböző irányokban különbözőképp érvényesülő légköri fénygyengítés (*extinkció*) figyelembevétele okoz bonyodalmakat. „Szabályos” légkör esetén az extinkciót valamely adott irányra kiszámíthatjuk, ha folyamatosan észleljük néhány kiválasztott „extinkciós csillag” fényességét különböző zenittávolságokban. „Szabályos” a légkör, ha feltételezhetjük, hogy a légkör egésze mérés közben nem változott és például a látóhatárhoz közeledő csillag fényessége csak azért csökken, mert növekszik a fény útjába eső levegőoszlop vastagsága. Ezzel a módszerrel tehát különlegesen állandó légköri viszonyok esetén kiszámíthatjuk azt az extinkciós korrekciót, mely a mért fényességet „légkörön kívülé” alakítja; ez az a fényesség, melyet egy a légkörön túl elhelyezett felfogóberendezés észlelné.

Az eddig tárgyalt fényességmérési módszerek jellegzetes tulajdonsága, hogy a sugárzás valamely jellemző izofót hullámhossz körül, közelebbről nem definiált hullámhossztartományban érkezik a felfogóberendezésbe. Tekintve, hogy elméleti következtetések során többnyire a csillagról az egész energiaspektrum mentén beérkező sugárzással számolunk, régi törekvés olyan berendezések konstruálása, melyek a beérkező látható és láthatatlan sugárzást egyaránt abszorbeálják és mérik. Teljes mértékben kielégíteni ezt a követelményt még nem sikerült, de a különféle *radiometerek* és *bolometerek*, melyek a sugárzás okozta sugárnyomást, illetve a hőhatásra bekövetkező ellenállásváltozást mérik, a legfényesebb égi objektumoknál eredményesen alkalmazhatók. A kérdés teljes megoldása csak légkörön túl elhelyezett mérőberendezésekkel képzelhető el, mivel már maga a földi légkör elnyeli a kívülről érkező sugárzás egy részét.

A csillagok össz sugárzását jellemző „*bolometrikus*” magnitudo-skála a gyakorlati nehézségek ellenére fontos fogalom. Nullpontját úgy definiálták, hogy egy a Nappal megegyező spektráltípusú csillag vizuális és bolometrikus magnitúdója megegyezzen, a skála különben a szokásos logaritmikus. Azokat az ún. bolometrikus korrekciókat, melyekkel a csillagok vizuális magnitúdója bolometrikussá alakítható, a különböző felszíni hőmérsékletekre egyelőre elméleti úton számolják. Értékük, különösen olyan csillagoknál, melyek jelentős százalékban sugároznak energiát „láthatatlan” formában is, meglehetősen bizonytalan.

Unsöld „Physik der Sternatmosphären” c. híres könyvének egyik lábjegyzetében így fakad ki az asztrofotometriában használatos tradicionális mértérendszer ellen: „Ha már a vonalkontúrok³ intenzitás-eloszlását és más hasonló dolgokat magnitudo-ban adjuk meg, illő lenne a fénysebességet babilon-láb/holdnap-szerű egységekben számítani.” (54. o.) Valóban, mint ez az eddigiekből is kitűnik, a csillagászatban olyan mértérendszer alakult ki a látszó fényesség számára, mely független a fizika többi egységétől, és noha definíciója az utóbbi évtizedekben egzaktabbá vált, mégis megőrizte „történelmi” jellegét. Letagadhatatlan, hogy a magnitudo-skála, különösen a nem-csillagásznak, számoláskor sok kényelmetlenséget okoz.

Lássuk sorra ezeket a nehézségeket! A logaritmikus skála feladatának kitűnően megfelelt mindaddig, amíg a szem volt az asztrofotometria fő mérőeszköze, feleslegessé válik azonban, míhelyt közvetlenül a fényintenzitással arányos hatást tudunk mérni. Sőt ezzel kapcsolatban bizonyos problémák is felmerülhetnek. „Csillagok fényességének fotoelektromos mérései elsősorban instrumentális hibáknak vannak alávetve, melyek függetlenek a csillag fényességétől, s ezért a mérési hiba, elméletileg, az *intenzitás*-skálán állandó” — írja *Kopal* a *Close Binary Systems* c. könyvében (299. o.) „Ez így lenne, ha eltekinthetnénk a légkör zavaró hatásától — teszi hozzá —, de a rossz légköri viszonyokból származó megfigyelési hibák ismét arányosak a csillag fényességével és, ebben a mértékben, a fotoelektromos megfigyelések hibái is a logaritmikus (magnitudo) skálán állandóak.” *Légkörön túlról* végzett fotoelektromos megfigyeléseknél tehát a mérés hibáját feltétlenül intenzitásban kellene közölni, mivel

$$\Delta m = +2,5 \log \left(I + \frac{\Delta I}{I} \right)$$

vagyis $\Delta I = \text{konst}$ esetén Δm az I függvénye lesz, a pontosság magnitudo-ban nem állandó!

Térjünk át azokra a problémákra, melyek a magnitudo-skála *nullpontjának* megválasztásával kapcsolatosak! *Woolley* angol királyi csillagász írja egy helyen: „A csillag-magnitudo-k rendszere alapvetően logikátlan: egy fizikai mennyiségnek nem lehetne két vagy több összeegyeztethetetlen egysége, ugyanakkor a North Polar Sequence a fényintenzitás számára 200-nál több standardot ad.” (*Vistas in astronomy*, II. k. 1098.) Valóban sem az *NPS*, sem a *Johnson* csillagok nem alkotnak egyértelmű rendszert, és az, hogy hozzájuk képezt valamely

³ Vona-kontúrnak nevezzük a színeképvonalak intenzitás-eloszlását, mint a hullámhossz függvényét.

csillag fényességét mekkorának találjuk, bizonyos mértékig attól is függ, hogy éppen a rendszer mely tagját választottuk összehasonlítóul. A Johnson-féle rendszer közismert hibája továbbá, hogy kevés benne a halvány standard-csillag és a különféle típusú standardok eloszlása az égen korántsem egyenletes. Mindez azt eredményezi, hogy két közeli csillag fényességkülönbségét (például a változóét az összehasonlítóhoz képest) egy nagyságrenddel pontosabban ismerjük, mint valamely csillagnak a Johnson csillagokéhoz viszonyított fényességét.

A Nemzetközi Csillagászati Unió már többször foglalkozott a fotometriai mértékrendszer „megreformálásával” és a fényességegység végleges definíciójára törekedett. Ehhez, mint *Redman* angol csillagász kifejti, arra lenne szükség, hogy a csillag sugárzását leíró paraméterek szorosan kapcsolódjanak a fizika egységeihez, és ne változzanak valahányszor új megfigyelési technikát vezetünk be. (Tr. of the IAU IX. k. 341.) Ez lehetővé tenné a különböző színek számára megalkotott és önkényesen összekapcsolt magnitudo-skálák egységes rendszerbe foglalását is. Jelenleg ugyanis az a helyzet, hogy egy csillag különböző (fotografikus, vizuális stb.) magnitudo értékei önmagukban nem jellemzik még a valódi energiaceloszlást a csillag színképében, mert megadva egy csillag fényességét jellemző vörös, kék, ultraibolya stb. magnitudókat, még nem tudjuk, hogy valójában melyik színben nagyobb teljesítményű a csillag sugárzása.

Fényességmérés abszolút egységekben

Az a követelmény, hogy a magnitudo fogalmát fizikai egységekkel kapcsoljuk össze, már Kövesligethy említett cikkében is szerepel. Ehhez lényegében arra van szükség, hogy különféle hullámhosszakon összehasonlítsuk a csillag fényének intenzitását egy laboratóriumban kimérhető fényforrásával. A spektrálfotometria úttörői Greenwichben *Greaves*, *Davidson* és *Martin*, Párizsban *Chalonge* és *Barbier*, Göttingenben *Kienle* és Ann Arborban *Williams* a század harmincas éveiben meghatározták csillagszínképek abszolút energiaceloszlását és gradienseit. Összehasonlítóul általában megfelelően kalibrált wolfram lámpákat használtak és az összehasonlítást fotografikus úton végezték.

A fotoelektromos technika segítségével e téren is nagyobb pontosság érhető el. Ennek kiaknázására a legutóbbi években történt néhány kísérlet, egyes kutatók alkalmasan kalibrált lámpákat (*Whitford* és *Code* a Mt Wilsonon, illetve *Willstrop*), mások a Napot használták összehasonlítóul (*Stebbins* és *Kron* a Lick Obszervatóriumban, illetve *Haritonov* Alma Atában). Nézzük meg példaként a Haritonov által alkalmazott eljárást és annak nehézségeit! Haritonov ismertnek veszi a Nap színképének abszolút energiaceloszlását $[E.(\lambda)]$, és a Napéhoz viszonyítja

az éjszakai égbolt egyes objektumainak (csillagok, ködök stb.) fényességét. Az összehasonlítás úgy történik, hogy az illető égitest, illetve a napkorong kiválasztott, foltmentes részének rácsspektrográffal felbontott színeképét multiplierrel letapogatva fotoelektromosan regisztrálja. Az eredményt a kapott görbe 31 pontján egybeveti egy Sr^{90} izotóppal aktivizált sugárzó preparátum színeképének megfelelő helyeivel. A csillagszínkép abszolút energiaeloszlása a Napéhoz viszonyítva

$$\frac{E^*(\lambda)}{E_\odot(\lambda)} = k \cdot \left(\frac{I^*(\lambda)}{L} : \frac{I_\odot(\lambda)}{L} \right)$$

ahol k függ a Napon kiválasztott terület nagyságától, a napsugárzás szűrőkkel stb. történő legyengítésének mértékétől és a napspektrum illető szakaszán található abszorpciós vonalak erősségétől; a zárójeles tényező pedig a csillagnak, illetve a Napnak a sugárzó preparátuméhoz viszonyított fényintenzitása. Ha tehát ismerjük a napszínkép energiaeloszlását a fizika c. g. s. egységrendszerében kifejezve,⁴ fenti képlettel meghatározhatjuk a mérendő csillagét is.

A fotoelektromos mérés nagyobb pontossága ellenére Haritonov módszerében mégis jelentős hibaforrásokra bukkanhatunk. Mindenekelőtt a légköri extinkció figyelembevétele bonyolult, mivel mozgás közben a Nap maga is befolyásolja a légkört, tehát az extinkciósámítás alapfeltétele, a „szabályos” légkör nem biztosítható. Reggelenként például, miközben Haritonovék a Nap fényességét mérték, a levegő hőmérséklete rendszeresen 7—8 foknyit emelkedett! További problémát okoz, hogy a Nap nem csillagszerű fényforrás, kiterjedése és fényereje erősen elüt a csillagokétól. A mérés pontosságát Haritonov úgy kívánta fokozni, hogy fél éven keresztül folyamatosan végzett mérések középértékét vette. Megjegyzendő, hogy ilyen hosszú idő alatt az optikai rendszer fényátteresztőképességének változása már korlátot szab a pontosság növelésének. Mindent egybevetve a mérések közepes négyzetes hibáját 9%-ra becsüli, amelynek legnagyobb része a légkör számlájára írható. A Véga abszolút energiaeloszlását az 1961/62. évi észlelési eredmények alapján a 27. ábrán mutatjuk be.

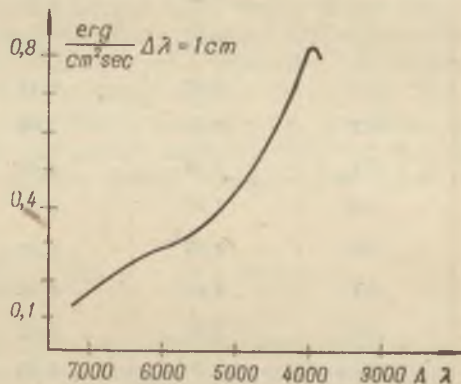
Felmerülhet természetesen a kérdés, hogy változatlan-e egyáltalán a Nap fényessége. A flerkitörések idején fellépő ultraibolya sugárzástöbblet hatására joggal kérdezhetjük, hogy a látható fényben nem mutatkoznak-e lassú vagy gyors ingadozások. *Johnson* és *Iriarte* az Uránusz és a Neptunusz bolygó fényességét mérve kimutatta, hogy 1953. és

⁴ Talajdonképpen itt is és a továbbiakban is használhatnánk az optikában megszokott fotometria egységeket, vagyis a csillagok által létrehozott megvilágítottságot luxban is kifejezhetnénk. Gyakorlatban az áttérés nem lenne könnyebb, mint a c. g. s. rendszerre, elvileg viszont ez utóbbi kétségtelenül előnyösebb, mivel a csillagok más paramétereit is a c. g. s. rendszerben szoktuk kifejezni.

1958. között a Naphól származó hirtelen kifényesedés e bolygóknál nem volt, gyanítják viszont, hogy a Nap átlagos fényessége közben mintegy 2%-kal emelkedett. A kérdés eldöntésére további kutatások szükségesek, de jelentős fényesség-ingadozásokkal számolnunk minden bizonnyal nem kell.

A Haritonov-féle mérések eredménye például már összekötő kapcsolattal szolgálhatna a magnitudo-skála és a fizika egységei között. Amikor a csillag fényét spektroszkóppal széthúzza az egy-egy hullámhossztartományban beérkező fény intenzitását multiplier segítségével mérte, tulajdonképp a Véga különböző, közel monokromatikus magnitudoit határozta meg; a napszínkép megfelelő helyével való összehasonlítás pedig fizikai egységekben mérve adta ugyanezt az intenzitást.

Kiterjedtebben alkalmazható eredményeket találunk Willstrop munkáiban, aki Cambridgeben és a Cape obszervatóriumban végzett keskenysávú fotoelektromos méréseket. Willstrop mindezekelőtt kikereste a színekben azokat a hullámhossztartományokat, amelyek izofót hullámhossza a korábbi fotometriai rendszerekével (pl. *UBV* rendszer) nagyjából megegyezik. Ezeket 200 Å szélesre választotta, mivel *Wooley* korábban kimutatta, hogy egy ilyen széles sávon belül beérkező sugárzás átlagintenzitása még szigorúan arányos a középső hullámhosszhoz tartozóval (tehát a folytonos színek hőmérséklettől függő „görbülete” nem zavar) másrészt a csillagszínek abszorpciós vonalai már nem csökkentik észrevehetően az összintenzitást.



97. ábra. A Véga spektrumának energiaeloszlása abszolút egységekben Haritonov szerint

A csillagokról ezekben a 200 Å széles sávokban beérkező fényt Willstrop egy kalibrált lámpából és megfelelő szűrőkből összeállított „mesterséges csillagával” hasonlította össze. A lámpát többszöri kalibrálás után a távcső előtt helyezték el, hogy a róla érkező fény az optikai rendszerben ugyanazt az utat fussa be, mint a csillagok fénye. A légkör hatása így természetesen nem küszöbölődik ki, az extinkció gyengíti a természetes csillag fényét, de a mesterségesét nem. Éppen ezért, noha az egyes mérések pontossága könnyen elérheti a 0^m, 001-t, az eredmény a légkör hatására legalább néhány százaléknyi hibával terhelt. A 11. táblázat Willstrop nyomán megadja, hogy $V = 0^m, 00$ -jú és különböző

színindexű csillagok négy egyenként 100 Å széles sávban merőleges beesés esetén mekkora megvilágítást hoznak létre a földfelszín 1 cm²-én.

II. táblázat

Különböző színindexű, $V = 0,00$ magnitudójú csillagok által létrehozott megvilágítottság a Föld felszínén
Egység: 10^{-7} erg cm⁻² sec⁻¹ (100Å) ⁻¹

(B-V)	5390 Å	4571 Å	4401 Å	4311 Å
—0,3	4,01	7,06	8,02	8,57
0,2	3,99	6,73	7,45	8,05
—0,1	3,98	6,41	6,91	7,52
0,0	3,96	6,12	6,50	6,96
+0,1	3,94	5,82	5,91	6,36
0,2	3,92	5,48	5,46	5,74
0,3	3,90	5,06	5,03	5,14
0,4	3,89	4,68	4,59	4,58
0,5	3,87	4,37	4,18	4,10
0,6	3,85	4,12	3,80	3,69
0,7	3,83	3,89	3,47	3,31
0,8	3,82	3,67	3,18	2,96
0,9	3,80	3,45	2,92	2,62
1,0	3,78	3,23	2,66	2,32
1,1	3,76	3,02	2,41	2,05
1,2	3,75	2,81	2,17	1,81
1,3	3,73	2,60	1,96	1,59
1,4	3,71	2,41	1,76	1,40
1,5	3,70	2,23	1,57	1,23
1,6	3,68	2,06	1,41	1,08

Más vizuális magnitudójú csillagokra ez a mennyiség a táblázat adataiból a Pogson-képlettel számítható ki.

Az abszolút fotometria egyik fő problémája megoldódna, ha valamely csillag fényességét légkörön kívüli, laboratóriumban kalibrálható, ismert mesterséges fényforrással lehetne összehasonlítani, midőn a fényforrás és a csillag látszólag közel van egymáshoz. Az a tény, hogy az utóbbi egy-két évben különféle berendezésű, alakú és pályájú mesterséges holdak tömegesen jelentek meg az égen, véleményem szerint indokolja, hogy ezzel a fantasztikusnak tűnő megoldással, mint reális lehetőséggel foglalkozzunk. Ilyen légkörön túli mesterséges fényforrás lehetne például egy szputnyik-hordozta lámpa is (az *ANNA-1B* geodéziai hold felvillanásait létrehozó berendezéshez hasonló), de kétségtelen, hogy a fényforrás tökéletes állandóságát nehezen lehetne biztosítani. Emellett erre a célra *speciális* mesterséges holdat kellene felbocsátani, holott nyilvánvaló, hogy egyelőre — és még hosszú ideig — más, gyakorlatilag fontosabb programok szabják meg, milyen legyen a szputnyikok műszerberendezése. Javasoljuk, hogy erre a célra addig is olyan gömbalakú, magasan keringő és ismert albedójú felülettel rendelkező mesterséges holdakat használjunk, melyek visszavert napfényben világítanak. Az ilyen hold látszó fényessége ugyanis pályája egy bizonyos pontjában egyszerűen kiszámítható akár c. g. s. egységben is, ha ismerjük a Nap fényességét ugyanilyen mértérendszerben. A hold színeképének energiaeloszlása ugyanis diffúz visszaverődés esetén a Napéhoz viszonyítva

$$\frac{E(\lambda)}{E_{\odot}(\lambda)} = \frac{2a(\lambda)b^2}{3\pi r^2} (\sin \sigma + (\pi - \sigma) \cos \sigma)$$

ahol $a(\lambda)$ a hold felületének fényvisszaverőképesége (albedója), b a hold sugara, σ a hold fázisa, r pedig távolsága a megfigyelés pillanatában. Az eljárás tehát mindössze annyi lenne, hogy 1. megfelelő távcsővel, színszűrővel és multiplierrel mérjük valamely csillagról (például Johnson csillagról) és a mellette elhaladó holdról érkező fény intenzitását; 2. fenti képlettel és a Nap abszolút intenzitáseloszlásának ismeretében kiszámítjuk a hold pillanatnyi fényességét c. g. s. egységekben; 3. a relatív mérés *anélkül*, hogy a légköri *extinkcióval* egyáltalán számolnunk *kellene*, adja a csillag fényességét ugyancsak c. g. s. egységekben. A csillagok fényességét tehát ezúttal is, akárcsak Haritonov módszerében a Napéhoz viszonyítjuk, elmaradnak viszont az ő méréseit terhelő hibaforrások (atmoszférikus tényező és csillag és összehasonlító különböző fényereje). Ugyanakkor akár egyetlen alkalmas szputnyik segítségével rövid időn belül végigmérhető és egyetlen csillagra, t. i. a Napra redukálható lenne valamennyi standard csillag fényessége az északi és déli éggömbön egyaránt. Minthogy egy-egy „csillagpárt” — a csillagot és a

mellette elhaladó holdat — kellene összemérni, megfelelő távcsőkonstrukció igénybevétele esetén a relatív fotoelektromos mérések nagy pontossága e téren is elérhető lenne.

Természetesen előzőleg számos technikai probléma vár megoldásra:

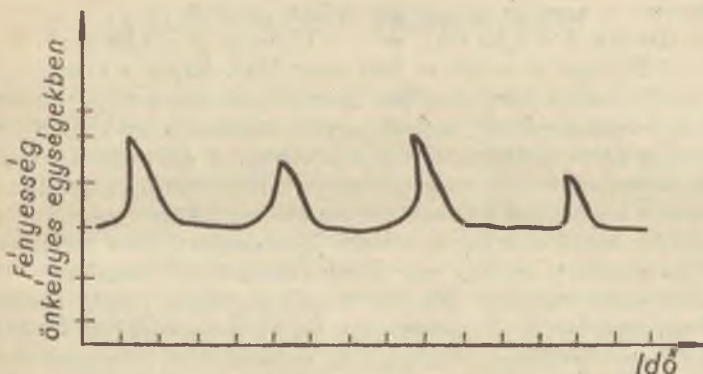
1. A napspektrum abszolút energiaeloszlásának kimérése a légkörön túl elhelyezett műszerekkel. Ezt a feladatot részben megoldották már, részben a közeljövő mesterséges holdjainak programján szerepel.

2. Olyan megfelelő „standard” holdak felbocsátása, melyek albedóját előzetesen laboratóriumban kimérték. Az eddig fellőtt gömbalakú holdak (*Echo-1*, *ANNA-1B*, *Explorer-9*) legfeljebb kísérleti programokra használhatók, mivel albedójukat nem ismerjük és keringésük során első-sorban meteorbecsapódások hatására az albedo bizonyára változott is. Megjegyzendő, hogy az *Echo-1* fényessége alig változott felbocsátása óta. Az esetleges sérülések, melyek a hold alakját deformálják, vagy egyik másik részén fényvisszaverőképességét csökkentik, a hold rotációja miatt azonnal mint fényfluktuációk jelentkeznek és így könnyen felismerhetők. Az albedo esetleges egyenletes és lassú változásai viszont ellenőrizhetők, ha több, különböző időpontokban felbocsátott holdat egyidejűleg használunk a mérésekhez.

3. A mesterséges holdak fotoelektromos fotometriája és összehasonlítása Johnson csillagokkal. Szputnyikok fotometriájával kevés helyen foglalkoznak, kezdetleges vizuális esetleg fotografikus megfigyeléseken kívül, melyek célja a hold fényváltozásainak tanulmányozása, a legutóbbi időkg érdemleges kutatások nem folytak. Nagy szögsebességgel mozgó holdak fotoelektromos megfigyelését általában lehetetlennek tartották, noha Amerikában *Moore* már a 2. és 3. szputnyik fényváltozásairól is készített fotoelektromos regisztrogramokat (28. ábra). A szputnyikok fényességét minden esetben a pálya mentén található csillagokéhoz viszonyították. Az 1960-ban felbocsátott *Echo-1*-et nagy fényessége és lassú mozgása következtében már több helyen tudták fotoelektromosan fotometrálni, így a kazáni csillagvizsgálóban *Sztyepanov*, Kaliforniában *Venkateswaran* és társai végeztek sikeres megfigyeléseket. Az amerikai kutatók célja a légkör ózontartalmának meghatározása volt különböző magasságokban az *Echo-1* árnyékbalépésének fotoelektromos megfigyelése révén; a 14—18 Å sáv szélességű szűrőkkel végzett sorozatos megfigyelések kielégítő eredményre vezettek. Megjegyzendő, hogy a távcső mozgatása észlelés közben mindkét helyen speciális óragép nélkül, szabad kézzel történt. Újabb olyan távcsövek is készülnek, melyek előre beállíthatók a szputnyik várható pályájára. Ilyen műszerekkel a szputnyik követése egyszerűbbé válik, és könnyen elképzelhető, hogy a hold fényességét percenként többször is egy közeli standard-csillagéhoz tudjuk viszonyítani, ami a relatív fotoelektromos mérések szokásos pontosságának elérését lehetővé tenné.

Különösen kedvező a helyzet látszólag lassan mozgó, vagy éppen „álló” (*Syncom*-típusú) mesterséges holdak esetén, melyek fellövése a közel-jövőben várható.

4. Az ily módon abszolút egységekben meghatározott csillagfényességadatok ellenőrzésére ajánlatos lenne néhány kiválasztott csillagnál a sugárzást a légkörön túlról közvetlenül távcsővel is megmérni. Tekintve a jövő csillagászati holdjainak, űrtávcsöveinek már kidolgozott zsúfolt programját, részükre ennél többre aligha számíthatunk. Viszont a módszer ellenőrzésére már egy-két ilyen mérés is elegendő lenne.



28. ábra. A 3. szputnyik holdzárakéntájáról készített regiszrogram 1958. augusztus 19-én

Befejezésül felvetnénk egy javaslatot a „fizikai” fényességskála szemléletessé tétele érdekében. A magnitudo-skála minden hátránya mellett is azzal a nem lebecsülhető előnnyel rendelkezik, hogy logaritmikus beosztású lévén, nagy intenzitáskülönbségeket kis számközökkel képes kifejezni, vagyis könnyen kezelhető. Az az általában $\text{erg} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{sec}^{-1} / 100 \text{ Å}^{-1}$ egységekben kifejezett megvilágítottság viszont, melyet az abszolút mérések eredményeként kapunk, egyáltalán nem szemléletes fogalom. Bevezetve például két csillag által létrehozott megvilágítás ilyen egységekben kifejezett értékét, nincs áttekinthető képünk a valóságos fényességviszonyokról. Ez bizonyos vizsgálatoknál hátrányos lehet és gátolni fogja a c. g. s. rendszerhez kötött fényességskála elterjedését. Javasoljuk ezért, hogy olyan esetekben, amikor égitestek látszó fényességének egybevetésére van szükség, az általuk létrehozott megvilágítottság c. g. s. számértéke helyett egy jól definiált képzeletbeli fényforrás azon d távolságát tekintsük a fényesség mértékének, melyre azt el kellene távolítanunk, hogy ugyanazt a megvilágítást hozza létre, mint a szóban forgó égi test. A fényforrás legyen például egy olyan (képzeletbeli) lámpa, mely bármely $\lambda = 1 \text{ cm}$ hullámhossz-

tartományban 1 cm-ről 1 cm²-en 1 erg/sec teljesítményt sugároz keresztül⁵ Ha így állapodunk meg, akkor a d az $\text{erg} \cdot \text{cm}^{-2} \text{sec}^{-1} / 1 \text{ cm}^{-1}$ egységben kifejezett megvilágítottság reciprokának négyzetgyöke és valamely monokromatikus magnitúdóértékre

$$m - m_0 = -5 \log \frac{d_0}{d}$$

Valamely m_0 -hoz tartozó d_0 érték közelítőleg számítható az II. táblázat segítségével; a vizuális magnitúdó-skálán például

$$m = 0,0\text{-nak } d = 1,59 \text{ cm}; \quad m = +10,0\text{-nak } d = 1,59 \text{ m};$$

$m = +20,0\text{-nak } d = 159 \text{ m}$ felel meg. Mint látjuk e számpárokból is, a gyakorlatban meglehetősen szemléletes, egyszerűen kezelhető d -értékek fordulnának elő, melyek egybevetésekor a valódi fényességviszonyokat bárki könnyen el tudja képzelni. A cm mint a fényesség egysége kezdetben furcsa lenne ugyan, de a fizikában más mennyiségek mérésekor is használnak különös dimenziójú mértékegységeket (pl. cm-t a kapacitás, sec-ot a fajlagos tolóerő jellemzésére). Nem részletezzük azokat az eseteket, amikor egy ilyen áttekinthető, szemléletes skála a kutatás szempontjából előnyös, csupán egyetlen példát említünk. Közei csillagok látszó fényessége csak valódi (abszolút) fényességüktől és tőlünk mért távolságuktól függ. (Az interstelláris abszorpció hatása elhanyagolható.) Ha azonos típusúak — tehát abszolút magnitúdójuk egyenlő — a látszó magnitúdójukban mutatkozó eltérések hozzánk viszonyított helyzetük különbözőségéből erednek. Ezt a térbeli eloszlást a magnitúdó különbségekből leolvasni bajos lenne, viszont d -értékeik éppen azt tükrözik, hogy az egyes csillagok tőlünk milyen messze vannak.

*

A mesterséges égitestek felhocsátásával újszerű pályaszámítások váltak szükségessé, és ezzel a legrégibb, klasszikus és régóta véglegesen lezártnak tekintett csillagászati kutatási ág, az égi mechanika új reneszánsza kezdődött meg. Nem lehetetlen, hogy a csillagászat másik klasszikus ága, a fotometria is rövidesen megújhodik attól az új, nagyszerű lehetőségtől, mely ember készítette holdak formájában jelentkezik az égen.

⁵ Természetesen lehetne $d = 1$ is, de az optikában a hullámhosszak megadása szokásosabb.

AZ ÉLET NYOMAI A METEORITOKBAN

Felröppent a meglepő hír és nyomán a széleskörű érdeklődésen túl, élénk vita bontakozott ki. Nem kisebb jelentőségű észlelésről volt ugyanis szó, mint arról, hogy egyes szénhidrogéntartalmú meteoritokban a földi értelemben vett életté szerveződés konkrét jelei mutathatók ki. Csillagászok és fizikusok, mineralógusok és biológusok, a természettudományok művelői közül számosan — kik a szervetlen és szerves világ genetikai problémáival foglalkoznak — szóltak hozzá a kérdéshez. Sőt ugyanazt az anyagot saját berendezéseikkel is megvizsgálták s ennek eredményeit használták fel véleményük kialakításához. A szakfolyóiratokon kívül népszerűsítő közlemények, a napisajtó, a rádió is ismételten foglalkoznak — szélsőséesebb vagy óvatosabb állásfoglalást kifejtve — a mind tényében, mind elvi-filozófiai vonatkozásában nem csekély horderejű „felfedezéssel”.

Jelenleg már e kérdésre vonatkozó érdemlegesebb szakirodalom is olyan tekintélyes, hogy vele ezúttal csak szemelvényesen foglalkozhatunk és legfeljebb azt tűzhetjük ki célul, hogy néhány lényegesebbényt, megfigyelést, következtetést kiemeljünk s főképp a meteoritok anyagi alkatának szemszögéből közelítsük meg a kérdést.

Korábbi vélemények

A Földön kívüli élet problémája, világképünk kialakításának e nagy kérdése régen foglalkoztatja a kutatást. De nem új a probléma a meteoritvizsgálat szűkebb területén belül sem. Már a múlt század első felében, amikor *J. J. Berzelius* a franciaországi Alais közelében lelt (1806) meteorit elemzésével foglalkozott s abban számára egészen „ismeretlen materiát” talált, amit ő „humusz”-nak és „más organikus vegyületek nyomainak” minősített, felmerült benne a gondolat, hogy a jelekből esetleg más égitesteken létrejött élőanyagra következtessen. Berzelius első tapasztalatait *C. M. Wöhler* erősítette meg, amikor a délafrikai Cold-Bokeveld (1838) szenes meteoritjának vizsgálatát, majd a magyarországi Kaba mellett (1857) hullott kondrit összetételének elemzését

közzétette. Ebben megállapította, hogy a szerves oldószerral kivont anyag magasabb molekulaszámú szénhidrogéneket, a földi ozokeritschererithez közelálló vegyületeket tartalmaz. Minthogy ennek keletkezése az akkori ismeretek szerint csak élő organizmusok közreműködésével volt elképzelhető, konkrét alátámasztásként csatlakozott a korábbi Berzelius-féle feltételezéshez. Az ezt követő elemző munka során az ismeretek folyamatosan gyarapodtak és amikor *M. Berthelot* a délfranciaországi Orgueil-meteoritban is „szaturált” szénhidrogéneket mutatott ki, a szenes meteoritok iránt mind fokozottabb érdeklődés nyilvánult meg. De minden Földünkre érkezett idegen kozmikus anyag megismerésének ügye a természettudományok egyik nagy figyelemmel kísért területét jelentette. A múlt század második felének nagyszorgalmú meteoritvizsgálói *Tschermak*, *Březina*, *Berwerth* és mások leíró munkájuk során szinte egységes felfogásként vallották, hogy Földünkre érkező meteoritok egyazon szétrobbant nagyobb égitest darabjai. Ezt látszott megerősíteni az is, hogy a korábbi (1776) szibériai pallasitához (vaskő-meteorit) hasonló néhány újabb mezosziderit-hullást (Chile, Westfalia, India) ismertek meg, melyeket — a feltételezett földszerkezet mintájára — a középső, tehát a vasmag és külső szilikátburok közti átmeneti öv konkrét képviselőinek tekintették. A „szenes” meteoritok külön helyet kaptak, amit az is biztosított, hogy valamennyiük kőmeteorit, tehát a legkülső öv terméke, sőt nagyrészüik egészen laza, morzsalékos állapotú, vagyis az egykori bolygófelszín közeléből származhatott. Talán nem helytelen bizonyos összefüggésre gondolnunk, amikor megemlítjük, hogy erre az időre esik *Schiaparelli* jólismert közlése is (1877) a Mars-csatornákról, s a nyomán kialakult vita e bolygó felszínének életszerűségéről. Nem sokkal későbbi a *S. Arrhenius*-tól felvetett Venusz-probléma sem.

Míg ez utóbbi kérdések a fokozatosan fejlődő csillagászati műszerezettséggel szerzett ismeretek birtokában mindinkább reális megvilágításba kerültek, nem sok történt az ún. szervesanyagú meteoritok ügyében. Való igaz, hogy az általános meteoritkeletkezés problémája azóta is élénken foglalkoztatta a csillagászatot s számos értékes megfigyelés és összefüggéskeresés született. A mineralógiai-vegyi elemző tövékenység pedig szorgalmasan vizsgálta a régebbi és újabb hullások anyagának alkati sajátosságait, ez azonban eléggé elszigetelten folyt, a szaporodó megismerések minden komolyabb összesítő feldolgozása nélkül.

Csak a legutóbbi évtized hozott e téren változást. Ebben természetesen döntő szerepe van a korszerű és a korábbiakat messze felülmúló fizikai-kémiai anyagvizsgáló berendezések teljesítményének, melyek a megismeréseknek egészen új lehetőségeit nyitották meg.

Így történt, hogy a figyelem ismét a meteoritok felé fordult s különösen a gyűjtemények feltéve őrzött „titokzatos” kincseire, a „szenes” meteoritokra is sor került. Az elmúlt világháborút követően az 50-es évek közepétől egyre-másra jelentek meg e vizsgálatokról szóló közlések. Először szórványosan a chilei *G. Mueller*, az olasz *G. Boato* foglalkozott a szenes meteoritokkal, majd pedig az amerikai *H. Urey* és munkatársai, a chicagói Fermi intézetben *E. Anders*, *F. W. Fitch*, a szovjet mineralógusok sorából *V. I. Mikhejev*, *E. Kvasa*, az ausztráliai *A. E. Ringwood*, az amerikai geokémikus *B. Mason* foglalkoztak a kérdéssel. Miután 1960-ban *M. Calvin* és munkatársai azt közölték, hogy a cisztin-hez hasonló vegyület lehet jelen az Orgueil-meteoritban, és *M. H. Briggs* (1961) vizsgálata szerint abban a purin-ok jelenléte is feltételezhető, *G. Boato* pedig előbb a hidrogénizotópok alapján olyan következtetésre jutott, hogy az Orgueil- és Ivuna-meteoritok víztartalmának nagy része „extraterresztrikus” eredetű, sor került arra, hogy a kőolajiparban kidolgozott tömegspektroszkópos, organikus-kémiai elemző eljárással *B. Nagy*, *D. J. Hennessy* és *W. G. Meinschein* is megvizsgálták az Orgueil mellett hullott, gazdag karboniumtartalmú meteorit vegyületeit. A vakuumdesztillációs vizsgálat során azt észlelték, hogy a nyert termék színeképpen C_{15} és C_{24} közötti szénatomszámú, gyűrűs telített szénvegyületek is mutatkoznak, melyek az életet hordozó szervesvegyületekhez, „egy biogén szénhidrogén mixturá”-hoz hasonlítanak. Ebből szerzők arra következtettek, hogy „biogén folyamatoknak és élőlényeknek a Földön kívül is létezniök kell”.

A vita

E határozott kijelentést mérlogelve, kissé a száz év előtti *Berzelius*—*Wöhler*-féle vélemény visszatérése látszott kísérteni. Ezúttal is egyes meteoritok szénhidrogéntartalma vonta magára a figyelmet, a különbség azonban az volt, hogy most korszerű eljárással végzett újabb anyagvizsgálat eredménye adott alapot az állásfoglalásra. A három szerző bejelentése a New York-i Tudományos Akadémia 1961. március 15-i ülésén hangzott el s az erről szóló közlemény még szedés alatt volt, amikor *J. D. Bernal* a *Nature* c. folyóirat 1961. áprilisi számban már cikket jelentetett meg és abban élesen vitatta, részletes kozmogóniai és biológiai érveléssel boncolgatta a megállapítás elfogadhatóságát. De a felismerés olyan nagy jelentőségűnek ígérkezett, hogy *B. Nagy*-ot arra ösztönözte, most már biológus szakember bevonásával további vizsgálatokat végezzen az esetleges élőlények nyomozására. Ennek eredményéül jelent meg még ugyanaz év novemberében a „szenzációt” keltő közlemény: dr. *G. Claus* és *B. Nagy* fosszilizált egysejtűekre utaló alakokat figyelt

meg az Orgueil-meteoritban, valamint az Ivuna (Tanganyika, 1938) kondritban. Ellenőrzésül hasonlóképp megvizsgáltak másik két „közön-séges” kőmeteoritot (Holbrook, Arizona, 1912 és Bruderheim, Alberta, USA 1960) is, melyek ugyanakkor „meddőknek” bizonyultak. A leírás szerint a század mm-nyi „organizálódott elemek” hasonlítani látszanak bizonyos algák alakrajzához, de nem azonosíthatók egy ismert földi fajjal sem. A biogén eredet igazolásául felhozták, hogy a testceszkék polarizált fényben nem kettőtörők, viszont ultraibolya fényben sárgán lumineszkálnak, továbbá különböző biológiai festőszerekkel színreakciók jelentkeztek, sőt sejtosztódásra emlékeztető jeleket is felismerni véltek. Megemlítik, hogy némileg hasonló, de gyengén definiált néhány részecskét figyeltek meg a szenes Murray (1887) és Mighei (Ukrajna, 1889) kondritokban is.

Hogy a kérdés mily mértékben keltette fel most már a figyelmet, bizonyítja az, hogy a cikk megjelenése után egyre-másra láttak napvilágot a témával foglalkozó közlemények. Elsőnek ismét *J. D. Bernal* reagált. Még ugyanaz év decemberében előleges (preprint) kiadványt küldött szét a meteoritokkal foglalkozóknak. Ebben többek közt közölte, hogy a British Museum Orgueil-példányán ellenőrző vizsgálatot végeztek s *nem* találták meg a leírt formákat. Az eddigi ismeretek s asztrofizikai tények felsorolásával, a víz- és gázburrok, a hőmérséklet kérdéseivel mérlegelte, mik volnának a minimális feltételei annak, hogy valamiféle élet szerveződhessék. Különösen kétségbe vonta azt, hogy a földi élethez hasonló mértékű fejlődés ment volna végbe, sőt éppen a sejtosztódás is felismerhető volna. Felvetette továbbá — csakúgy, mint később mások is — a meteorit esetleges földi szennyeződésének lehetőségét. — Számos jeles kutató tekintélyes folyóiratok hasábjain szolt hozzá a kérdéshez. Többségben negatív állásfoglalást kifejtve, ellenérveket sorakoztatott fel pl. *B. Mason*, *Du Fresne* és *E. Anders*, utóbbi több cikkben is, és elsősorban a meteoriteredettel, e kozmikus testek alkati sajátágaival, foszforszegénységével érvelt és észlelései alapján a finomszemű anorganikus meteoritelegyrészek alaki hasonlóságára utalt. Organikus vegyészek, biokémikusok viszont pozitívabb állásfoglalással azt igyekeztek igazolni, hogy valóban biogén termékekről van szó, melyek nem lehetnek földi eredetűek. Végül is a nagy publicitású *Nature* 1962 márciusában szimposium-jellegű cikksorozatot jelentetett meg a vitáról.

Itt legélesebben az amerikai *F. Fück*, *H.P. Schwarz*, *E. Anders* szállt szembe a megállapításokkal, s kimutatta, hogy a nehézfolyadékos elkülönítéssel nyert frakcióban finom vasszulfid- és szilikát-testceszkék vannak, melyeket fáziskontraszt-mikroszkóppal is megvilágítottak és ezek a tisztán anorganikus (ásványi) képletek alakra, alakra nagyon hasonlóak a leírtakhoz. Majd kis sűrűségű folyadékokkal

centrifugálták az anyagot, akkor is találtak apró gömböcskeféléket, ezek nagyobb részt nem lumineszkáltak és kénreakciót adtak stb. A parányi alakokat tehát megdermedt szénhidrogén- és kénceppecskének határozták meg; az ellenőrzésül végzett laboratóriumi kísérletek során hasonló, finom rajzú gömbös formákat kaptak. — A Nobel-díjas *H. Urey* is beleszólt a vitába s ezúttal különös gondolat mellett érvelt. Azt nem vitatta, hogy valóban élőkről lehet szó, bár kissé meglepőnek találta, hogy e kis alakok száma cm^3 -ként 3×10^6 , ami térfogatra a karboniumos anyagnak kerek 10%-át jelentené. Kifejti, hogy jelenlegi ismereteink szerint ezek a képződmények miért *nem* keletkezhettek a meteoritokon, s mivel a sajátságok kifejezetten a földi eredés mellett szólnak, magyarázatot keresve, új elképzelésnek ad hangot: Nagyobb kozmikus testek ütődtek a Földhöz, melyek száma 200 vagy még több is lehetett; ezek átmérőjét 100 km körülnek becsüli. Ez objektumok kis szög alatt érkeztek s az ütközés jelentős anyagtömeget mozgatott meg, amely a térbe nagy sebességgel kirepült. Így kapott a Föld a földfejlődés valamely korábbi szakaszában bizonyos „élet-infekciót”, vizet és életalakokat a Földről. Ezek ott megőrződtek s most visszakerültek a Földre. Mindehhez hozzáfűzi, hogy a lunáris felszín vegyi-fizikai sajátságainak egyeznie kell a meteoritokéval s az is követelmény, hogy az átszármazott víz a Holdon hosszabb ideig megmaradjon és az onnan elszakadt anyag pedig a jelen időkig megőrződjék. Mint érvet megemlíttette, hogy a *Ranger*-rakéták észlelése szerint a holdfelszín káliumtartalma ugyanolyan csekély (0,1%), mint a meteoritoké. — A hipotézishez nem kívánunk érdemben hozzászólni. A beállítás azonban jól rávilágít arra a helyzetre, melybe a kérdéssel kapcsolatban olyan nagynevű tudósok is, mint *Urey* kerültek: az elutasító állásfoglalás helyett új elmélet felvetésének megoldásához folyamodtak. *Bernal* ez alkalommal szintén nyilatkozott, de megjegyzéseit óvatosabb hangnemben szövegezte meg. Maga is látta már az egyik készítményben a kis részecskéket, ami bizonyos hatással volt rá. Kissé idealisztikus színezettel *J. B. S. Haldana* (1954) kinyilatkoztatását idézi, hogy az élet lényegileg egy „valószínűség” esemény eredménye, mely megfelelő időben és arra alkalmas összetételű anyagból, megfelelő körülmények közt jött létre. Megjegyzi, hogy ez így nagyon kis esélyt hordoz magában még a négy-ötmilliárdnyi év során is a földi életszerveződéshez, s felveti, vajon az élet csírái nem a Földön kívül keletkeztek-e valóban? *Urey*-vel nem ért egyet, hogy élet csak a Földön keletkezhetett, avagy ahhoz feltétlenül felszíni (tenger) vízre volt szükség, azt sem hiszi, hogy a szabad energia hiánya volna akadály a élet-keletkezésnek, hiszen a szén meteoritok — *J. Duchesne* és *J. Depireux*, továbbá *G. Mueller* szerint — szabad gyököket is tartalmaznak s éppen elsődleges felhalmozódásai volnának a szabad energiáknak. Más oldalról pedig a rövid idejű radioaktív felhe-

vítése az anyagnak — miként Anders és mások vélik — nemcsak nem akadályozhatja meg a folyamatokat, hanem esetleg az egyszerűbb szerves vegyületek szintézisével magasabb kapcsolódásokat hozhat létre. Szerinte még kisebb bolygószerű testen is a radioaktív sugárzás akár 2000°-os felhevítést is produkálhat, de csak középen, ugyanakkor a felület hőmérséklete 0° alatti marad. Így közöttük km-nagyságrendű öv is elképzelhető, melyben a hőmérséklet 0°—100° közé esik. Mindezek ellenére végeredményben az érvek—ellenérvek szembeállításával ismét inkább negatív állásfoglalás felé hajlott.

Érdemes ezek után egy kis figyelmet fordítani a „másik oldalra”, a pozitív megnyilatkozásokra. *M. H. Briggs* és *G. B. Kito* biológusok a Mokoia (New-Zeeland, 1908) szenes meteorittal végzett kísérleteikről számolnak be. Teljesen sterilizálva a próbákat, biológiai festési eljárásokat végeztek és mg-onként 900—1500 festődött szemecskét számoltak meg. A szemek legtöbbje reagált valamennyi festékkal. Ellenőrzésül 12 órán át 700 C°-ra felhevített próbával végeztek ugyanezt: a festődés teljesen megszűnt. A Mokoia szemecsei egészen szabálytalan alakok s a festéket egyenetlenül veszik fel. Ez szerintük a szétesett organizmusok szabálytalan részecskéinek jelenlétével magyarázható. De egy nagyon kis részlege a szemeknek az egysejtű organizmusokhoz hasonlít, egyes alakok pedig a nagy molekulájú szintetizált polimerekre emlékeztetnek. Úgy vélik, hogy ezek komplex mikroszerkezetek és vagy a celluláris élőalakok szétesési termékei vagy már az *Oparin*-féle koacervátumok (emulziós halmazok), melyeket a földi életkeletkezés előfutárainak minősítenek. Mindezekből megállapítják, hogy a meteorit e komponensei csakis földön kívüli képződéstermékek lehetnek. Végeztek vizes kivonattal optikai aktivitás-vizsgálatokat is, ami viszont nem vezetett pozitív eredményre. Ez azonban állásfoglalásukat nem módosította, minthogy az organikus savak, aromás és purin-származékok túlnyomólag optikailag inaktívak, s az eredmények csak azt bizonyíthatják, hogy pl. aminosav- és cukorszármazékok nincsenek jelen a meteoritban. Nem volt egyértelmű a karboniumizotópokra: $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ arányra vonatkozó vizsgálatuk sem, mert a nyert értékek igen közeliek a földi biogén és abiogén karbonszámokhoz. Végül is határozottan kijelentik, hogy a Mokoia-meteorit olyan organikus mikrostruktúrákat tartalmaz, melyek hasonlítanak az egysejtű szerkezetekhez és eredésük csakis extraterresztrikus lehet. — Természetesen újlag megszólaltak az érdekeltek is. Ezúttal hárman B. Nagy, G. Claus és D. J. Hennessy védték a felismerés helytállóságát. Elsőként azt emelték ki, hogy Anders és társai nem az ő általuk leírt szemecskéket vizsgálták. Megismétlik érveiket és észleléseiket, hivatkoznak a szemecskék belső rajzára, a fáziskontraszt-mikroszkópban a kettős sejttel megjelenésére, a nyúlványokra, lemezes-barázdas felületrajzra, vakuolákra stb. Vizsgálataikat további részletekre is

kiterjesztve, beszámolnak arról, hogy savas (konc. HF-os) kezeléssel az alakok nem változtak. Különböző kezeléseket után újabb, eddig ismeretlen formákat is találtak. Kiterjesztették megfigyeléseiket másik két szenes meteoritra (Alais, Tonk) s ezekben is, ha nem is azonos, de hasonló alakfeléket véltek felismerni. Érveltek a kövek tárolása alatti mikroorganizmusos fertőzés lehetőségei ellen. Majd az eddigi porkészítmények helyett különleges eljárással mikroszkópi vékonycsiszolatokat vizsgáltak. Ennek kapcsán a meteoritok ásványos alkatát illetően több új és lényeges megfigyeléssel gyarapodtak ismereteink. Az Ivuna és Tonk meteoritban egy zöldesbarna, csillámszerű alapanyagot találtak, továbbá meteoritelegyrészként eddig nem ismert karbonátféléket [dolomitot $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ és magnezitet MgCO_3] határoztak meg. Vékony erecskék töltőanyagaként pedig Mg-szulfátot, melyet közvetlenül magnetit-szemekből álló halmaz határol. Így e sóanyagot is „eredeti” anyagnak minősítik. Ez azért érdekes, mert ebben a sószerű anyagban is sajátos alakú, fluoreszkáló „organizált” testecskék tűntek elő, csakúgy, mint a csillámos „matrix”-ban is. Változatlanul kitartanak tehát amellett, hogy ezek a parányi testek fosszilizált biogén képletek, vagyis nem lehetnek ásványi anyagok, sem szénhidrogén-polimerizátumok, sempedig teresztrikus mikrobák. Hivatkoznak a mikrobiológus *F. L. Staphlin* vizsgálataira, aki megerősíti észleléseiket és a szemecskéket „ismeretlen rokonságú és korú mikrofosziliáknak” minősítette.

Érthető, hogy ezek után (az együttesen közölt cikksorozattal) a vita nem dőlt el, sőt tovább folytatódott. Röviden még néhány hozzászólást említsünk meg. *K. Krajci—Graf* a szenes meteoritok bővebb víztartalmának minőségét és eredetét vizsgálva, a kérdést egybekapcsolja az egyéb „könnyű” (illékony) komponensek dúsulásával. Említi, hogy kísérletileg redukáló atmoszférában elektromos kisüléssel számos organikus vegyület előállítható. Valamely bolygón e redukáló „légkör” hozhat létre szénhidrogénvegyületeket, melyek már magukban is, vagy további átalakulással bitumenekké változnak. Az égitest fejlődése során ui. a könnyű anyagok a felszín felé szorulnak, ha a metánhoz, ammóniakhoz még vízgőz és széndioxid is társul, előáll a lehetősége a szénhidrogénvegyületek anorganikus keletkezésének. Ezzel magyarázza a meteoritok bitumenszerű anyagának létrejöttét, feltételezve, hogy az eredeti bolygó kellő méretű és tömegű volt. Az „organizált elemek” létezését, ill. kérdését azonban egészen figyelmen kívül hagyja.

Az ellenvéleményt képviselők közé tartozik *G. Mueller* is, ki időközben Budapesten is járt s jól sikerült mikrofotográfiákkal illusztrálva mondta el megállapításait, azt, hogy az anorganikus üveg, vasszulfid és szilikátestecskéken vélte megtalálni azokat a bélyegeket, melyeket *Nagy* és társai szerves eredetűeknek tartanak.

A további véleménynyilvánítások (pl. *R. Pearson, P. H. Gregory*)

említésének mellőzésével csak annyit még, hogy legújabban (1963. ápr.) ismét megjelent egy védőírat, ezúttal több szerző: *B. Nagy, K. Fredrikson, H. C. Urey, G. Claus, Ch. A. Andersen és J. Percy* neve alatt. E munkaközösség újabb módszerrel, a Casting—Guinier-féle fókuszált elektron-sugaras eljárással vizsgálta a meteoritisziszolatok felszínét. A készülék 1 μ -onkénti letapogatást tesz lehetővé és részben kvalitatív, részben kvantitatív átlagelemzésre alkalmas. Az Orgueil-meteorit volt a vizsgált tárgya és 28 „organizált elemet” vettek célba. Az észlelésekből elsősorban azt a következtetést vonták le, hogy a kérdéses szemek nem lehetnek teresztrikus „szennyeződés” termékei, a készítmények előállításakor sem kerülhettek az anyaghoz, mert beágyazásuk s a bennük levő Fe-, Ni-, Cl-nyomok és a társult szilikáttartalom ellene szólnak ennek, vagyis csakis külön — Földön kívüli — biogénterméknek minősíthetők. Az érvelésnek *enyhébb a hangja* s csakis az esetleges földi eredet cáfolására kíván szorítkozni. Igaz, hogy sem korábban, sem ezúttal nem foglalkoztak a „felfedező” a kérdés másik részével, azzal, hogy miként képzelik a meteoritproblémával egybekapcsoltan az észlelést alátámasztani. Sőt egyszerűen tudomást sem vettek azokról az ismeretekről és véleményekről, melyek csillagászati oldalról igyekeztek megvilágítani a kérdést.

A „szenes” meteoritok néhány sajátosságáról

Miként fentebb említettük, az újabb vizsgáló eljárások alkalmazásával a szénhidrogéntartalmú kondritok problémája is előtérbe került. Részben saját vizsgálataink is alátámasztják, hogy ezek szénhidrogéntartalmán és néhány újabban felismert meteoritelegyrészén kívül egyéb sajátásaik nem különböznek lényegesen a többi kondritétól. Jogos tehát abból kiindulni, hogy származás tekintetében is velük azonos vagy igen hasonló körülményekre következtesünk.

Az együvé tartozás egyik pozitív bizonyítéka a kormeghatározások eddigi adataisora. A meteoritok hélium- és radiogén elemtartalma alapján végzett becslések igen jó megközelítéssel egyeznek. *Pl. R. R. Marshall* 1959-ben közölt vizsgálatai szerint a héliumtartalomról átlagosan 4×10^9 év adódik, de egy másik csoportra ennél jóval kisebb: $0,5—1,0 \times 10^9$ érték volt megállapítható. Itt azonban — minden jel szerint — az anyag jelentősebb héliumvesztéséget szenvedett, amire abból is következtethető, hogy e meteoritoknak K^{40}/Ar^{40} ideje is egyértelműen jelzi ugyanezt a veszteséget argonban. A többi vizsgálatok is bizonyos szórásokról tanúskodnak. Mindebből két tény érdemel említést: a kövek nagyobb része átlagban $4—4\frac{1}{2}$ milliárd évnyi időtartamot jelez, ami igen jól egyezik a Földre vonatkozó korértékekkel (bár a szovjet kutatók legújabban a karéliei őspajzs legidősebb kőzeteibe lemélyített mélyfúrások

mintáiból több radiogén elem aránya alapján e kőzetek korát közel hatmilliárd évre becsülik), de az eredmények arra is utalnak, hogy a meteoritot pályája során változó, főként az illékonyabb alkatrészek eltávolítását előidéző hatások érhetik. De fordítsuk a figyelmet hasonló célból a szenes meteoritok felé. A K/Ar módszerrel nyert újabb eredményeket a III. sz. táblázatban foglaltuk össze.

III. táblázat

Karboniumos meteorit	K—Ar idő (10^9 év)	Ne ²¹ tart. kozmikus besugárzás hatása (10^4 év)	Szerző
Cold Bokeveld	1,2	0,2	Zähringer (1962)
Felix	4,5	56	Stauffer (1961)
Felix	4,1	48	Zähringer (1962)
Ivuna	1,4	1,6	Stauffer (1961)
Lancé	< 3,9	5	Stauffer (1961)
Mighei	4,3	—	Gerling & Rik ((1955)
Mighei	2,4	2,4	Zähringer (1962)
Mokoia	3,4	13	Stauffer (1961)
Murray	2,5	4	Stauffer (1961)
Murray	1,6	4	Zähringer (1962)
Orgueil	1,3	3	Zähringer (1962)

A K/Ar értékek mellett felsorolva látjuk a kozmogén Ne²¹ tartalomból becsült adatokat. Ezek is bizonyos értelemben követik előbbieket, de természetesen azt az időt jeleznek, amióta a meteorit legalább mint méter-nagyságrendű test (v. töredék) haladt pályáján. A K/Ar idők pedig, mint látjuk ugyancsak a már említett értékeken belül szóródnak. A Naprendszeren belüli keletkezés ténye a többi „közönséges” meteoritokra nyert adatokkal tehát egyértelműnek látszik. A szóródások, ill. a maximumnál kisebb adatok csakis azt jelezhetik, hogy a keletkezés óta, a keringés során a meteoritban bizonyos változások állnak elő, főként a gáznemű alkatrészek eltávolítását előidéző behatások érhetik. E változások szükségszerűen nem egyenletesek s így nem lehet azonos azok eredménye sem.

E megállapítás a meteoritkutatásban lényeges mozzanat és érdekében érdemes egyéb tapasztalatokra is figyelmet fordítani.

Korábban G. T. Prior (1923) a meteoritok összetételének vizsgálata során jó szisztematikai alapot talált egyes fémalkatrészek vegyi kötésének megoszlásában. Az eljárás az arányértékeket egyszerűen jelzőszámként

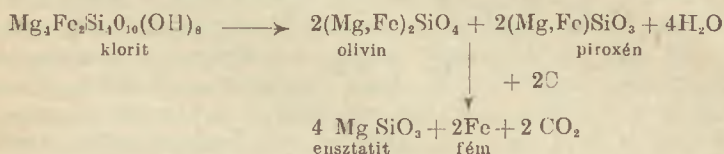
A jelek tehát amellet szólnak, hogy kifejezetten redukciós folyamat ment végbe, melyet legjobban az Fe-kötés formáin és ionizációs állapotán mérhetünk le. De a folyamat megmutatkozik abban is, hogy a keletkezett fémvas mennyisége ellentétesen változik a széntartalommal. Hasonlítsuk össze néhány szenes meteorit meghatározott fémvas-tartalmát a karbonium mennyiségével.

Szenes kondrit	Fémvas	Karbonium súly%
Tonk	0,48	2,70
Kaba	1,30	1,99
Lancé	2,22	0,47
Warrenton	4,07	0,19

A mikroszkópi képek is azt tanúsítják, hogy a redukció létrejöttében a szénhidrogéntartalomnak, ill. fokozatos csökkenésének lényeges szerepet kell tulajdonítanunk. Ebből pedig az következik, hogy a szenes kondritok a meteoritkialakulás korábbi, *kezdetleges szakaszát* jelzik.

Érdekes megemlítenünk, hogy fenti vizsgálatokkal egyidejűleg B. Mason (1962) más értékelés alapján egészen hasonló, sőt számos megállapításában azonos következtetésekre jutott. Elemzések egybevetéséből kimutatja, hogy a kondritösszetétel fő komponenseinek (SiO_2 , MgO , FeO , Fe) súlysázalékos változékonysága csak látszólagos, t. k.a vas oxidációs állapotának változásait tükrözi. Így az FeO -tartalom közel nullától (S. Sauveur, 0,21%) kerekén 26%-ig (Mokoia, 25,60%) változik, és a fémes Fe aránya ezzel összefüggésben 25,73%-tól (S. Sauveur) a 0,00%-ig (Mokoia) csökken. Továbbá a fémes fázis nikkeltartalma fordított viszonyban van a fém mennyiségével: minél kisebb a fémes elegyrész a kondritban, annál több benne a nikkelt. De evvel más sajátosság is együttjár: minél több nikkelt tartalmaz egy kondrit fémes fázisa, annál több a ferrooxid a Mg -szilikátokban. Figyelmét így a két (FeO — MgO) fénoxidot tartalmazó szilikátra fordítja s megállapítja, hogy csak arányeltolódások vannak, *összértékben lényeges változás nincsen*. S ez vonatkozik a karboniumos meteoritokra is, csak itt a bővebb víztartalom s a szénhidrogének jelentenek módosulást, továbbá az, hogy e meteoritok szabad ként és szulfátvegyületeket is tartalmaznak. Ami pedig az ásványos összetételt illeti: vagy egészen vagy részben kloritfélékből (lemezes szerkezetű Mg — Fe hidroszilikátokból) s ezek rokonaiból állnak, melyekhez megfelelő arányban magnetit ($\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$) társul. Nikkelvasat általában nem vagy alig tartalmaznak, lazák, morzsálékosak, vízben szétesnek. Ennek ellenére — ha víz-, szén- és szulfát-

mentes alapra számítjuk át — a „normál” kondritokkal egyező összetétel adódik. Kimutatja, hogy aránylag kis (600°) hőmérséklet elegendő a klorit hőbomlásához s abból a „standard” meteoritszilikátok keletkeznek, ugyanakkor a kötött vas a szén behatására részben vagy egészen fémmé redukálódik:



Mason a reakciót kísérletileg is igazolta: szenes kondritokat vakuumban 600°-ig hevített s végtermékkül olivint, piroxént, s kevés fémvasat kapott. (Meg lehetett figyelni a parányi fémvasszemecskék kezdeményeit — magnetitkristályok belsejében — pl. a magyarországi Kaba-meteorit opakilluminátorral megvilágított készítményein is.)

B. Mason tehát ugyanarra az állásfoglalásra jut, mint amit előzőleg hazai kutatók megállapítottak: a szenes kondritokat szükségszerűen a korábbi, a kezdetlegesebb meteoritállapot képviselőinek kell tartanunk. Ha ehhez hozzávesszük, hogy a szénhidrogénanyag nyoma — ha változó mennyiségben is —, de jelen van szinte minden meteoritban, csak erre korábban az elemzések során nem fordítottak kellő gondot, (ennek a hiánynak a pótlása most van folyamatban), természetesnek adódik, hogy azt teljes joggal az egykori nagyobb szénhidrogéntartalom maradványainak tekintsük. Jó átmenetként áll előttünk pl. az Oransit-félék csoportja, mely lényegileg már olivinból áll és viszonylag csekély (0,5%-on aluli) a széntartalma. Mindez tehát azt jelenti, hogy a nagyszámú „normál” kőmeteorit, a pályáján „átért” behatások során szénhidrogénje fokozatos, végül esetleg teljes elvesztésével bekövetkezett állapotot jelez. A szénhidrogénből (és szulfátból) felszabaduló kén-tartalom a keletkező „nascens” fémvas egy részével szulfiddá kapcsolódva a troilit-képződés előidézője. A behatás feltehetőleg nem egyszeri és összefüggő folyamatként ment végbe, hanem a pályaelomektől függően ismétlődő, kisebb-nagyobb szakaszok eredményeként. Vagyis — miként említettük — Földünkre jutott aránylag kisszámú (mintegy 2%-nyi) „szerves” kőmeteoritok ennek a folyamatnak korábbi szinteken megakadt (kevésbé redukált) fokozatait állítják elének.

A meteoritok redukeciójának gondolata már egyes kutatóknál korábban (*Nordenskjöld*, 1878) is felmerült. Újabban pedig szintén találkozhatunk ilyenféle állásfoglalással. A szenes kondritok pl. nem voltak beilleszthetők az említett Urey—Craig-féle merev kategóriákba, szerzők tehát úgy vélekedtek, hogy e meteoritok bizonyosan valamiféle

„originálisabb” kozmikus anyagok. — De *Ringwood* is az újabb vizsgálódásaiban — más megfontolások alapján — állást foglalt a redukciós változások és a kis hőmérsékletű átkristályosodás gondolata mellett.

De a jellemzéshez még megemlíthetők a következő lényegesebb észlelések is. A szénhidrogénben dúsabb meteoritok nemcsak laza struktúrájúak, hanem fajsúlyuk is aránylag kicsi (2,5—2,6), alig vagy egyáltalán nem tartalmaznak jobban kristályosodott szilikátokat, sőt kondrumokat sem (Orgueil). A szénhidrogén-, „mentes”-ek, ill. csekély szénhidrogént tartalmazók, bár szilárdabbak és kondritos szerkezetűek, fajsúlyuk is jóval nagyobb: mégis az egész anyagot átjáró finom üreghálózat jellemzi őket, melyet viszonylag nagy és állandó pórustérfogat-érték jelez. *Burkszer* és *Alekszejeva* (1957) számos kőmeteorittal végzett meghatározásai 8—18%-nyi porozitást mutattak ki, az egyik legutóbbi hullás (Breitscheid, NSzK) anyagán is 12% pórustérfogat volt mérhető. Ez kettős megállapításhoz vezethet: az üregeesség illékonyabb anyageltávozás után maradt vissza; földi (magma) kőzetek közt hasonló jelenség nem fordulhat elő.

A kondritok fémvas- és szulfidszemecskéi benső összeilleszkedésben vannak a szilikátos környezettel, nyomát sem látni valamiféle gravitációs szételegyedésnek vagy rendeződésnek, sokkal inkább a helyi „elsődleges” keletkezés képét mutatják eloszlásban és alakban egyaránt.

Néhány szót még a kondrumkeletkezés problémájáról és a hőnyomásviszonyokról. A kondrum általában egy vagy több szilikát-ásvány (olivin, piroxén) gömbszerű halmaz. Alakra, kristályosodási jellegre, szerkezetre nem hasonlít semmiféle földi kőzetben előforduló gömbös alakzathoz. Keletkezésük magyarázatára eddig számos elmélet született. Ma azonban bizonyosnak látszik, hogy nem külön kozmikus szilikátcseppek, avagy folyékony szilikátok lehűlésekor keletkeztek pl. egy kisebb és nagyobb aszteroida összeütközésekor izzó olvadákeső formájában stb., hanem: e gömböcskék helyben, a végbement változások során jöttek létre. *Ringwood* (1959), *Mason* (1960) is arra a megállapításra jut, hogy minden korábbi hipotézis nemcsak elégtelen a magyarázathoz, hanem könnyen cáfolható is. Ezzel szemben bizonyítékok vannak arra, hogy a kondrumok — miként fentebb érintettük — mérsékelt hőmérsékleten, jóval a szereplő ásványok olvadáspontja alatt (helyben) keletkeztek.

Ami pedig a kondritok szöveti és strukturális sajátosságait illeti, abból egyértelműen arra következtethető, hogy nem volt, ill. nem lehetett erős gravitációs hatás az égitestben. A töredezett kristályok, breccsás szövet, morzsolódott struktúra éppen a kis tömegvonzással egybe tartott halmazra jellemző.

Mindezeket egybefoglalva tehát: a meteoritok anyagvizsgálatából csakis az egy irányba haladó változások sorára lehet következtetni.

A szénhidrogéntartalommal és egyéb más sajátssággal összefüggésben megmutatkozik a változások szakaszossága, a fejlődés fokozatainak megnyilatkozása. A kormeghatározások a Naprendszerhez tartozást alig vitathatóan bizonyítják. Mind a szénhidrogénes, mind a későbbi fokozatok képviselői egészen kis tömegű testből vagy testekből származhatnak. A szenes meteoritok egy részében is megvannak már a hidroszilikátokból való átkristályosodás termékei, s ezektől a kis szénhidrogéntartalmúak és a „normál” kondritok szilikát- és fémkomponensei nem különböznek: az egymásutánosság nyilvánvaló. Ugyanakkor kísérletekkel is bizonyítható, hogy a meteoritok alig is kerülhettek a „szervesanyag” termikus bomláshőjénél sokkal nagyobb hőszintre. Az esetleges nyomásnövekedést is beleértve a hőmérséklet nem emelkedhetett 600—700°-on felül. A kis tömeg folytán a testben a hőmérséklet és nyomás túl kevés volt ahhoz, hogy atommagreakciók meginduljanak. Tehát atomenergia-felszabadulásból származó hőtermelésre nem gondolhatunk.

Keletkezés tekintetében ezúttal is a Mars és Jupiter pályák közötti kialakulásra, az egykori napgyűrűre (gyűrűrendszerre) kellene gondolnunk. Ennek por- és gázfázis anyagából akkumulált, egészen kis egységek kondenzált rendszereként kezdték meg pályájukat. Az erősen lapult és éppen kis tömegüknél fogva a bolygóktól jelentős turbációkkal zavart pályán a változó távolságú periheliumszakaszok ismétlődése (hőhatása) tükröződnék az anyag, ill. ásványos alkat változásaiban. A Föld vonzókörébe jutáshoz ezúttal is az ütközés, s így a pályáról kilöködés a legvalószínűbb. Az eredeti kis tömeg mellett tanúskodik az is — amire *Smidt* szovjet kutató is utalt már —, hogy ezek az égitestek csekély tömegvonzásuk folytán pályájuk során nem tudtak további meteoranyagot magukhoz gyűjteni, különben ez mind a strukturális sajátságokban, mint a hőviszonyok alakulásában is biztosan megnyilatkoznék. A hozzánk érkező meteorittestek szabálytalan, nem gömb-alakja is előbbieket bizonyítja. A kisbolygók legújabbban (a mesterséges holdakkal és már távcsővel is) észlelt rendszeres, gyors fényváltozásaiból egyértelműen arra következtetnek, hogy e testek nyúlt, sarkos-poliedrikus és más szabálytalan alakú szilárd anyagghalmazok.

Visszatérve mármost alapkérdésünkhöz, még egyszer hangsúlyozzuk, hogy a szénhidrogénes meteoritok csakis a kezdeti meteoritstádium idekerült termékei lehetnek. Bennük, az első nagyfokú oxidációs viszonyok után, redukzív környezet alakult ki, ami a valóban szerves, ill. „szerveződő” anyag létrejöttének feltétele volna. De vizsgáljuk meg a kérdést a biokémikus szomszögekből is.

A biológiai evolúció elvének kiterjesztésével ma az élő sejt keletkezését az anyag evolúciójával magyarázzuk. *Kajtár M.* szervezkémikus szavai szerint: az anyag fokozatos szerveződésével az egyre bonyolultabb anyagi rendszerekben új minőségek fejlődnek ki, melyek egyre tökéletesebb funkciók kialakulását teszik lehetővé és a szerveződés egy elért fokán az anyag az előre jellemző tulajdonságokat nyerhet. Az életkeletkezés feltételeinek első nyomozása *A. I. Oparin* (1936) nevéhez fűződik. Az ez irányban elindult kutatások 1957-ben már magas tudományos igényű eredményekről számoltak be. A különböző tudományok széles területeit átfogóan, egyrészt a biológia, biokémia, genetika, másrészt a csillagászat, geofizika és geokémia oldaláról kellett közeledni a problémához. Mai ismereteink szerint az élő tulajdonságok hordozói a nukleinsavakból és fehérjékből felépített struktúrák. A genetika nézőpontjából e fehérjék és nukleinsavak, valamint ezeknek egyszerűbb szerkezetű építőkövei: az aminosavak, heterociklikus bázisok és cukrok is, jelenleg kizárólag biogén úton képződnek.

Korábban természetesnek látszott a gondolat, hogy az első élőlények a Földön az *autotróf* szervezetek voltak, melyek saját szervesanyag állományukat szervesetlen anyagokból építették fel. De az összehasonlító biokémiai kutatások — az evolúció különböző fokán álló szervezetek anyagcseréje jellegzetességeiből és az anyagcsere fejlődésének törvényszerűségeiből — határozottan arra az eredményre jutottak, hogy a *heterotróf* anyagcsere ősbibb, mint az *autotróf*, a fotoszintetizáló készség csak a szervezethez szükséges magas fokán jelenik meg. Vagyis a legkezdetlegesebb élőlények heterotróf táplálkozású szervezetek voltak. Ebből pedig az következik, hogy az élővilágot felépítő legfontosabb szénvegyületeknek már az élet megjelenése előtt, tehát *abiogén* úton képződniök kellett. Mikor *Oparin* kimutatta, hogy a legősibb élőlényeknek heterotróf szervezeteknek kellett lenniök, arra is utalt, hogy az Ősföld atmoszférája *redukáló* jellegű volt. E feltételezést később a csillagászati és geokémiai megfontolások is megerősítették.

Szükségesnek látszik, hogy kis kitéréssel a jelenlegi földkeletkezési elméletek két irányzatát, a meleg vagy szoláris és hideg vagy planetazimális képződést megemlítsük. A szoláris elmélet (*Feszenkov, Alfven, Kuiper*) szerint a bolygók óriási tömegű protocsillag, a mainál sokszorosan nagyobb Ősnap anyagából, az egészen ritka kozmikus anyagfelhő egyes sűrűsödési gócaiban megindult kondenzációval keletkeztek. Az anyagtömörülés az eredetileg nagyhőmérsékletű gáz viszonylag gyors lehűlésével következett be. — A másik, a hideg-képződés hipotézise (*Smidt, Urey* és mások) a bolygók létrejöttét egy olyan „sötét” anyagfelhőből származtatja, melyet a Nap a galaktikán belüli pályája során

ragadott magával. Az őspor- és gázanyagból kis bolygócsírák, planetazimálok keletkeztek s ezek részben rugalmatlan ütközések, részben tömegvonzás következtében növekedtek bolygókká. Mindkét felfogás szerint Földünk is a mainál többszörösen nagyobb térfogatú és kis sűrűségű ősbolygóból fejlődött ki. Ez ősbolygó alkotó elemeinek minősége és aránya közelítőleg azonos volt az elemek kozmikus elterjedtségével.

Az ezt követő szakaszban a bolygó eredeti tömegének mintegy ezredrésze maradt meg s az ősgázréteg pedig, mely a kialakult felszint körülvette, elsősorban hidrogént, héliumot, neont, továbbá vizgőzt, ammóniát, metánt tartalmazott. A gravitációs erőteréből a hidrogén és hélium lassanként kiszabadult. A hidrogén távozásával a légkör vastagsága egyre csökkent és fokozatosan átalakult a mai *oxidáló atmoszférává*.

A kezdetben redukáló jellegű atmoszférára vonatkozó feltevést a többi bolygóval kapcsolatban csillagászati megfigyelések is igazolják. A külső bolygóknak ma is redukáló atmoszférájuk van, a belső bolygókon viszont már hidrogént egyáltalán nem lehet kimutatni. (A Marszon nitrogént, széndioxidot és az argon gázhidrátját, a Venuszon széndioxidot, vizet, kéndioxidot.)

Röviden tehát: a biokémia szerint az ősi életforma heterotróf jellegű volt, ehhez pedig az élet megjelenését megelőzően kellő számú és megfelelő összetételű szervesanyag képződésére volt szükség. Mai felfogás szerint meg is volt a lehetősége annak, hogy a redukáló ősatmoszférában termodinamikailag ilyen vegyületek képződjének. Így a Föld fejlődéstörténetében indokolt feltételezni egy szakaszt, mely a bolygó kialakulása és az élet megjelenése között folyt le (ez mintegy 2,5—3 milliárd évre tehető) s amit a szervesanyagok *abiogén evolúciójának* korszakaként tekinthetünk. Ennek során az ősatmoszféra oxidáló atmoszférává alakult át s közben a keletkezett különféle szénvegyületek nagy mennyiségben halmozódhattak fel elsősorban az őstengerekben. Ezeknek az abiogén evolúció időszakában végbement folyamatoknak a tanulmányozása a szerveskémia ma egyik legnagyobb feladata.

Az eddig elért eredmények fontosabbjait, minthogy e probléma felvetett kérdéseinkhöz is kapcsolódhatik, megkíséreljük *Kajtár M.* tanulmánya felhasználásával röviden ismertetni.

Az újabb ezirányú laboratóriumi kísérletezés arra törekszik, hogy lehetőleg reprodukálja az evolúció első szakaszában feltételezett körülményeket s így közvetlenül tanulmányozhassa, hogy az őslégkör, vízburok és kéreganyag egyszerű összetevőiből milyen új vegyületek keletkeztek a természetes tényezők hatására végbement kémiai folyamatok termékeként.

Mindenekelőtt hangsúlyozni kell, hogy a szóban forgó vegyületek viszonylag kevés atomfajtaból épülnek fel. Az ősbolygón meglevő anyagok közül a szén, hidrogén, oxigén, nitrogén és kén azok az elemek, melyek

tekintetbe jönnek. Egyik fő energiaforrásként a kutatók a radioaktív bomlást veszik figyelembe, mely a kéreg kialakulása után, a felezési időkből számítva, jelenleginél sokszorosan erősebb volt. Az is lényeges, hogy a kéreg nagy mennyiségű vizet tartalmazhatott kötött állapotban és pedig *szilikátok hidratvizeként*, leginkább kloritfélék (!) és ezekkel rokon ásványok formájában. Reakciókörülmények szempontjából a felszín alatti mélységekben többszáz fokos hőmérséklettel és nagyobb nyomással számolnak. Ilyen körülmények közt az α -részecskék hatására a víz elemeire bomlott, az így képződött hidrogén szénhidrogénekké redukálhatta akár a karbidkötésű, akár egyéb formában jelenlevő szén. A kis molekulájú szénhidrogénből (pl. metánból) α -sugárzás hatására hidrogénatom hasadhatott le, ezzel a reakcióképessé vált gyökök nagyobb szénatomszámú szénhidrogénekké kapcsolódtak össze. Majd a lemezsilikátok katalitikus hatására nagymolekulasúlyú cseppfolyós és félszilárd szénhidrogénekké polimerizálódtak. A metán — a kísérletek szerint — 600—650° hőmérsékleten szénmonoxiddá és hidrogénné válik szét. A szénmonoxid, hidrogén és szénhidrogének között, miként a Fischer—Tropsch-szintézis is igazolja, a legkülönbözőbb reakciók mehetnek végbe: alkoholok, aldehidek, ketonok, karbonsavak keletkezhetnek. Laboratóriumban e reakciók nagy felületű alumíniumhidrát-szilikát katalizátorok jelenlétében mennek végbe.

Szinte önként kapcsolódik e kérdéshez a földgáz és földolaj abiogén keletkezésének problémája. A gondolat már a múlt században, *Mengyelejev*ben is felvetődött. Komolyabb mérlegelésére azonban csak most kerülhetett sor. A Szovjetunióban néhány évvel ezelőtt nagyobb vitát rendeztek e tárgykörből. *Porfirjev* olajgeológus abból indult ki, hogy Földünkön — a reális számítások szerint — a már eddig kitermelt szénhidrogének mennyisége is *jóval meghaladja* a földtörténet során létrejött, ill. elhalt élőlények felhalmozódásából az üledékes kőzetekben képződhetett olaj- és gázmennyiséget. Ugyanakkor még mindig — s bizonyos, hogy a jövőben is — újabb s igen jelentős olaj- és gázkészleteket kutatnak meg és tárnak fel. Lényeges az is, hogy a nagyobb szénhidrogén-„mezőket” idősebb kőzetek területén és orogén övekben vagy azok közelében, tehát a földkéreg erősebben megbolygatott öveiben találják.

Az ellenvélemény szerint a szénhidrogének biogén származását első-sorban a kőolaj optikai aktivitása bizonyítja, továbbá az a tény, hogy a biogén eredetre valló hőérzékeny szterán- és porfinvázas vegyületeket találtak kőolajokban. Jellemzőnek vélik azt is, hogy normális szénláncú paraffinok közül a páratlan szénatomszámúak nagyobb számban vannak képviselve, mint a párosak. A páratlan szénatomúak ugyanis a páros szénatomszámú zsírsavak dekarboxilezésével vezethetők le. Ez a bizonyíték nem állja meg azonban a helyét, mert az újabb vizsgálá-

tok szerint a páratlan szénatomszámú paraffin-félék túlsúlya egyáltalán nem jellemzője a különböző kőolajoknak. Minél idősebb rétegekből kerül elő a kőolaj, annál kevésbé érvényes az előbbi tétel. A legrégebb eredetű kőolajoknál egyáltalán nincsen különbség a páros és páratlan szénatomszámú paraffinok mennyisége között. Sőt az ilyen „ősi” kőolajok egyes frakcióinak összetétele pontosan megegyezik a szintetikusan előállított benzinek frakcióival. Ez érvek hatása alatt a közelmúltban Budapesten járt neves angol organikus vegyész *R. Robinson* is azt a felfogását hangoztatta, hogy a legrégebb üledékekből származó szénhidrogéneket a fenti abiogén reakciók termékének kell tekinteni.

Ez tehát az álláspont földi viszonylatban a kozmikus szilárd fázissal együtt kialakult paraffin—bitumen-sorozatbeli s néhány egyéb „szerves” anyag keletkezését illetően.

* * *

De talán tekintsük át a földi evolúciós szakasz további termékeinek képződési lehetőségére vonatkozó eredményeket. Ezeknél a reakcióknál az ősléggör, a vízburok és földfelszín együttes környezetével számolnak. Energiaforrásul elsősorban a Nap sugárzó energiáját tekintik, ennek az ultrabolya tartomány 2000 Å-nél rövidebb hullámhosszúságú része a leghatásosabb, mivel főként az ilyen nagy energiájú sugárzás képes a léggör egyszerűbb vegyületeit gerjeszteni, de már az összetettebb vegyületek, különösen oldott állapotban, a hosszabb hullámú sugárzást is abszorbeálják. Tehát a tengervízben végbement reakcióknál a napsugárzás szélesebb spektruma is hatásos lehetett.

További energiaforrásként szerepelnek az elektromos kisülések, melyek intenzitása többszörösen nagyobb lehetett a jelenkorinál. Említik a radioaktív és kozmikus sugárzást is, bár a magreakciók inkább a bolygótest belsejében lényegesek, a kozmikus sugárzás pedig nem lehetett erősebb a mainál. Nagyobb hőmérséklettel sem a földfelszínen, sem a tengerekben nem számolhatunk.

Az ősléggörnek megfelelő gázkeverék ultraibolyasugárzás és elektromos kisülések hatására bekövetkező átalakulását már Oparin vizsgálta. Hidrogén, víz, ammónia, metán és kisebb szénatomszámú szénhidrogének ilyenkor gyökökre esnek szét, majd változatos újrakapcsolódással bonyolultabb szerkezetű vegyületek állnak elő. Metán és szénmonoxid elektromos kisülés hatására acetaldehiddé alakul, majd tovább polimerizálódik: aldol, ebből polialdol keletkezik. Etilénből és szénmonoxidból akrolein áll elő. Vagy: szénhidrogének és hidrogénianid elektromos kisüléskor nitril-származékokká kapcsolódnak. De ez egyszerű reakciók inkább tapogatódzó jellegű kísérletezések voltak, melyeket a legutóbbi évtizedben nagy felkészültséggel folytattak, és tudatosan az élet-keletkezéshez legfontosabb vegyületek: aminosavak, fehérjék, purin-, ill.

pirimidinbázisok, szénhidrátok, nukleinsavak képződésének körülményeit és feltételeit vették célba.

Itt is a legjelentősebb eredményeket elektromos kisülésekkel végzett kísérletekkel nyerték. *Miller* metán, ammónia, hidrogén vízgőzzel telített elegyét szikrakisüléseknek tette ki. A termékeket az őstenger modellje szerint vízbe mosta be. Számos reakciótermék állt elő: természetes *aminosavak*, hidroxisavak, dikarbonsavak egész sora (pl. glicin, glikolsav, alanin, tejsav, aminovajsavak, borostyánkősav, aszparaginsav, ecetsav, hangyasav, karbamid stb.), továbbá cukorszerű vegyületek formaldehid polimerizációjából, az alaninnak racem-módosulata és egyebek. Mindez steril körülmények közt, tehát mindennemű bakteriális vagy enzimhatás teljes kiküszöbölésével. — Más kísérletek (*Heyns*) kénhidrogéntartalmú gázeleggyel folytak: aminosavak mellett kén-tartalmú vegyületek nagy csoportját (tiokarbamidot, ciszteint, cisztint) nyerték. Ultraibolya-sugárzással *Miller*, *Groth*, *Weyssenhoff* etán, ammónia, hidrogén és vízgőzelegyet reagáltattak, megint aminosavak, zsírsavak képződését lehetett kimutatni.

Újabb vizsgálattal (*Ellenbogen*) kellően előkészített vizes oldaton át metángázt buborékolattak át s a rendszert erős higanygőz (UV-) lámpával világították meg: ez esetben peptideket s ismét aminosavakat nyertek. Számos eljárást végeztek más-más feltételekkel (napfénnel, hő-sugárzással) s újabb vegyületsorokkal gazdagodott a szintézis. A világ számos országában szervezeten folytak és folynak a kutatások. Megkísérelték a radioaktív sugárzás, röntgensugárzás hatását is bevonni: oxálsavat, citromsavat, almasavat tartalmaztak a termékek. Mások γ -sugárzásnak kitett ammoniumsókból hangyasavat, glicint, aszparaginsavat nyertek. Mindezt az Ősföldre feltételezett primitív körülmények között, a légkör vagy az óceán egyszerű anyagaiból, különféle energiaforrások alkalmazásával.

De a purin-bázisok keletkezésével is bőven foglalkozik a kutatás. Az alapvetően fontos *nukleinsavakat* felépítő heterociklikus vegyületek abiogén előállítására végeztek kísérleteket. *Oró* hidrogénianid és ammónia vizes oldata enyhe (25° — 100°) melegítésével aminosavak mellett adenint és a nukleinsavakat felépítő egyéb purin-származékokat állított elő.

Külön figyelmet érdemelnek a cukrok (*szénhidrátok*) abiogén keletkezésére vonatkozó vizsgálatok. A kiindulás korábról (*Butlerov*, *Loew*) már eléggé ismert volt: formaldehid vizes oldatban földfémek jelenlétében cukorszerű vegyületekké polimerizálódik. A további kutatás (*Mayer*, *Jäschke*) kimutatta, hogy pl. káliumsóval glikolaldehid, majd dihidroxiaceton jön létre, ebből pedig ribulóz képződik. A ribulózból lassan aldopentózok: ribóz, xilóz, arabinoz stb. állnak elő; ezek közül a ribóz a nukleinsavak egyik fontos alkotórésze.

Az említett kísérleti eredmények egyértelműen igazolják, hogy

abiogén úton olyan vegyületek állíthatók elő, melyek az élő szervezeteket jellemző nagymolekulájú összetételek: *fehérjék és nukleinsavak építőkövei*. Arra a kérdésre, hogy az „ős” körülmények közt volt-e lehetőség a makromolekulák polimerizációjára, a legújabb kutatások igen figyelemre méltó eredményeket produkáltak. *Miller* kutatásai szerint az aminosavak közül főképp a legegyszerűbb, a glicin képződik. Ebből elsődleges polimerizációval „imino-poliptid” jön létre, majd ez hidrolizál poliglicinné. E polimerizációs reakció *Akabori* szerint tengerfenéken, parti övekben anyagásványok (!) katalitikus hatására ment végbe. Ennek bizonyítására a kísérletek agyagközetben adszorbeált poliglicinből bizonyultabb polipeptidek jelenlétét mutatták ki. Ezek a kutatások nagyon szerteágazók, de eredményesek voltak. Más kutató (*Oró*) poliglicinből 20—100 órán át 100° C-on olyan polipeptidet állított elő, melynek molekulásúlya közel 2000-nek adódott. Hazai kutató (*Kovács J.*) aszparaginoldatból hidrolizálással és rézsók katalitikus hatására 1700—3000 molekulású polipeptideket állított elő. Számos kutatás történt a makromolekuláris szintézis, a polipeptidek előállítására egyszerűbb körülmények közt. *Pl. Fox* kimutatta, hogy glicin és glutaminsav elegyből néhány órás 170°-on való melegítés után 10 000—20 000 molekulású polipeptid képződik, de foszforsav jelenlétekor már kisebb hőmérsékleten is végbemegy a reakció. Ugyanez a kutató egyszerű termikus úton újabbban olyan polipeptidet állított elő, mely az ismert 18 aminosavat tartalmazza és számos tulajdonságában a *fehérjékhez hasonló*. Szerkezetileg ez a „protenoid” a kazeinhez áll közel és nemcsak infravörös adszorpciós színeke jellemző a fehérjékre, hanem enzimekkel is felbontható. Ha melegen telített tengervizes oldatát gyorsan lehűtik, apró (2 μ -nyi) kolloid-gömböcskék képződnek, melyek hetekig megtartják alakjukat. — De még ezeket az eredményeket is túlszárnyalták *G. Schramm* és munkatársainak 1962-ben végzett vizsgálatai. Rendkívül egyszerű és enyhe kísérleti körülmények közt aminosavakból polipeptideket, cukrokból *poliszacharidokat*, pentózokból és purinbázisokból *nukleozidokat*, valamint nukleozidokból *polinukleotidokat* állítottak elő. A szintézis módja jól egyezik azokkal az anyagi és energetikai adottságokkal, melyeket az Ősföld felszínén és a tengervízben feltételezhetünk.

Mindezekből a kísérleti tényekből pedig azt a következtetést lehet levonni, hogy biológiai funkciókra alkalmas, vagyis az építőrészek sajátos csoportosulásával és szerkezeti elrendeződésével jellemezhető specifikus makromolekulák szintézise már nem molekuláris szinten, hanem molekuláris rendszerek fokról fokra haladó továbbfejlődése, a földtani idők hosszú, de nem korlátlan tartama alatti evolúció útján valósulhatott meg. Így kapcsolódik ide újból *Oparin* elmélete, mely szerint az őstengerekben oldott makromolekulákból, fehérjeszerű vegyületekből kolloid komplex koacervátumok (kolloid részecskék

vízburokkal körülvett halmazai) képződtek. Ezek szelektíve további molekulákat abszorbeáltak, vagy diffúzióval belőlük anyagok eltávoztak s így állékonyságuk (stabilitásuk) fokozódott. Ez már a természetes szelekció egy formája s az evolúció folyamatában a kémiai reakciók időbeli lefolyása kapcsán a koacervátumokból individuális rendszerek megalakulása következhetett. Anyag és anyagmozgás térbeli-időbeli rendezettsége egyre tökéletesebb fokra jutott. Megjelent a stabilis polinukleotidmolekula, létrejöhetett a koacervátum-rendszer legfontosabb alkotóelemeinek önreprodukciója. és az élő anyagra jellemző tulajdonságok jelentkezésével *elindult a biológiai evolúció* folyamata.

* * *

Ennyit a földi élet fejlődésére vonatkozó kísérleti ismeretanyagról. Amint látható, ma már pozitív tényekre alapozottan lehet az élet keletkezése kérdését a kozmikus térség problematikájával egybekapcsolni. De az alaptétel változatlan: az anyagi világnak szigorú törvényei vannak, ami mai ismereteink alapján azt is jelenti, hogy az élet megnyilvánulásai elsősorban a magasabb szervezettségű fehérjemolekulákhoz lehetnek kötve. Ezek létrejöttéhez pedig megfelelő méretű, pályahelyzetű (és mozgású) bolygótesten olyan anyagi adottságok (léggör, vízburok) és energiaforrások szükségesek, melyek az ezirányú folyamatos fejlődést biztosíthatják.

Ez természetesen nem jelentené azt, hogy kizárólag a Föld s annak fizikai adottságai hordozták magukban az életkeletkezés feltételeit. Azonban feladatunk határait ezúttal le kell szűkítenünk és fentiek figyelembe vételével, újból azt vesszük célba, hogy a Naprendszerből hozzánk került meteoritokon a földi életformákat képviselő jeleket vélték észlelni. Térjünk tehát vissza a fő kérdésre — s mintegy összesítésként — alakítsuk ki állásfoglalásunkat.

Lehet-e valóban életté szerveződés a meteoritokon?

Említettük, hogy a meteoritokon nyílt láncú szénhidrogénpolimerek létrejötte, s néhány egyéb — aránylag kis molekulájú — szénvegyület keletkezése nemcsak valószínű, hanem minden jel szerint biztosra vehető. Kifejtettük, hogy az újabb kutatási eredmények alapján a gazdagabb szénhidrogéntartalom a vele társult hidroszilikátokkal egyetemben feltétlenül korábbi, a kozmikus testté alakulás utáni kezdeti szakaszt jelzi. Az illékony anyag a keringés során csökken, ill. eltávozik s ezzel a megfelelő ásványos átalakulás jár együtt. Bizonyos, hogy e folyamat közben redukciós hatás érvényesül, mely elvben megfelelne a leírt bonyolultabb szénvegyületek szerveződése körülményeinek. Azonban a bolygótest tömege nem volt akkora és a Naprendszeren belüli

helyzete, pályaelemei sem voltak alkalmasak arra, hogy benne, ill. rajta a fejlődésnek azok a feltételei előállhattak volna, melyek földi viszonylatban immár jó megközelítéssel végigkövethetők. Ha mindezek ellenére is feltételezzük, hogy olyan szervezetszerű formák kialakulhattak, melyekről a leírások szólnak, — fentiekből következőleg — éppen nem a szénhidrogénekben legdúsabb, az egészen laza hidroszilikátos anyagalmazoknak kellene azokat tartalmazniok, hanem már az első evolúciós szakaszt „átélt” s ezzel együttjáróan alkatilag is fejlettebb meteoritoknak. Ezek pedig — mai ismereteink szerint — egészen „meddők”-nek bizonyulnak.

Mégis miképp lehetséges az, hogy egyes meteoritokról olyan megfigyeléseket és konkrét tényeket közölhettek, melyek magasabb fokú életté szerveződésről tanúskodnak? Az ellentmondás kiküszöbölésére hozzunk fel néhány újabb megállapítást még, melyek minden jel szerint közelebb vihetnek a probléma megoldásához. Két kaliforniai kőolajszakember, *E. T. Degens* és *M. Bajor* 1962-ben korszerű berendezéssel részletes szervesanyag-vizsgálatnak vetették alá a Murray szenes kondritot és a Bröderheim-meteoritot. Kvantitatív elemzéssel a szabad és kötött aminosavakat, aminocukrokat és cukorféléket vizsgálták. Mintegy 20 féle aminovegyület, 5 cukorszerű vegyület volt meghatározható az extraktumokban. Ezenkívül citozin, uracil, hipoxantin kvalitatív azonosítása is sikerült. Feltűnő, hogy mindkét meteorit színképe közel azonosnak mutatkozott, s nagyban hasonlított a földi kőolajokat kísérő sósvizek, sőt a jelenkori szedimentek színképeéhez. Meglepő azonban az, hogy a meteoritok teljes extrahálását követően, 3 hét múltán, a szabad levegőre tett meteoritok mintegy „regenerálódtak”: az aminosavak és cukrok eredeti mennyiségének kb. 20%-a újra meghatározható volt! — A kozmikus eredet mellett ez semmiképp sem lehet bizonyíték. — De ez kiegészíthető *G. P. Vdovikin* és *N. V. Pomorceva* ugyancsak legújabbban végzett vizsgálataival. Ők először rámutatnak arra, hogy az eddigi szervesanyagtartalom meghatározásánál az extrahálást a kivonószor forráspontján végezték, minek folytán az eredeti szénvegyületek polimerizációs és kondenzációs folyamaton mehettek át. Ennek elkerülésére mikrobiológiai eljárás alkalmazásához folyamodtak: szén-savtermelő baktériumtelepet helyeztek eredeti szenes kondritokra, ezek hidegen extrahált anyagára, valamint földi bitumenes (ozokerit) táptalajra. Az eredmény egyértelmű volt: a mighei és groznajai kondritok melegítés nélkül nyert kivonatán 3 nap múlva a baktériumtelep erős fejlődésnek indult, egy hét múltán jelentős baktériumhártya képződött. Hasonló, bár lassúbb volt a folyamat az eredeti meteoritok és az ozokerit felszínén. Ugyanakkor a szénhidrogénjétől megfosztott és (más mikroorganizmusok gondos kizárásával) beoltott meteoritanyagon a baktériumtelep teljesen életképtelen maradt. Mindez

egyszerű megfontolással azt jelenti, hogy a szenes meteoritok szénhidrogénjein kívül, ill. azok mellett talált, életjelenségekre utaló vegyületei minden bizonnyal — legalább részben — földi mikrobafertőzésből erednek.

De talán a leglényegesebb és perdöntő érv e sorok írása közben érkezett hozzánk. *F. W. Fitch* és *E. Anders* pompás színes mikrofotográfiákon mutatja be, hogy az Orgueil-meteoritból leírt formák egyik alakilag legjobban definiált típusa (az ún. 5. számú „organizált elem”-típus), melyet legtöbbször idéztek, ill. másoltak át más közlemények is, tökéletesen megegyezik a *törpe parlagfű* (*Ambrosia elatior*) *pollenjével*! A képek egyike bemutatja az Orgueil-meteoritból preparált testecske Gridley-féle festéssel színezett példányát 1000-szeres nagyításban, melyen a külső köralakú ún. „exine”-burok is jól felismerhető s a belső („intine”) rész 3-as szimmetriájú, a három pórus körül erősebben festődött „sapkával”. A képek másik csoportja pedig ugyanazon festéssel kezelt, az amerikai kontinensen és Európában honos *Ambrosia*-félék pollenjeiről készült. Ezeknek a külső burkolatán (exine-jén) az a rajzolat és apró nyúlványokkal sűrűn díszített felszín is látható, mit több ízben is szemlélni lehetett a Claus—Nagy-féle közleményekben. De ezen túl, ha a pollenszemek preparálása, festéses kezelése közben kisebb nyomás éri az elasztikus sejtplazmát, az a 3 pórusnyíláson át kis zsákcocská, gömb- vagy nyelvalakban kinyomódik egészen a külső burok felszínéig vagy azon túl is. *Ugyanez* látható az Orgueil pollentestecsken is! Kérésünkre a képeket hazai pollenszakemberek is megvizsgálták s egyöntetűen azt állapították meg, hogy a meteoritban lelt virágpornak a teljes morfológiai és festődési azonosságok mellett, még élő plazmája is van, tehát kétségtelenül recens alak. Vagyis a „fossilizáció” mítosza is szertefoszlott!

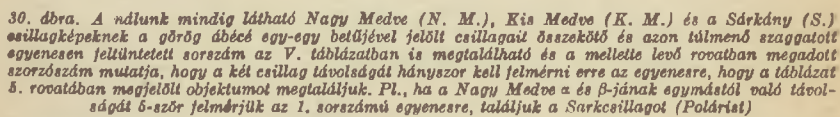
Kérdés már most csak annyi, hogy mikor és hogyan került a laza morzsalékos meteoritba a gazdag földi pollentartalom? Számos vizsgálat bizonyítja, hogy időnként milyen óriási virágportömeg termelődik, s terjed szét a földi légkörben. Tíz—tizenötezer km-es távolságokat nyomoztak ki, melyeken a „pollenfelhők” végigvonulnak (*G. Erdtman*). Hogy esetleg a légréteg nagyobb magasságaiba is felkerülnek-e, erre nincsenek adatok. Bár a parányi tömeg mellett a pollenszerkezet kis légzsákjai, az erősen tagolt, barázdált, nyúlványokkal ellátott felszín rendkívül nagy fajlagos felületet biztosít s ez a kisebb sűrűségű légrétegekbe jutást is lehetővé tenné. De talán kézenfekvőbb arra gondolni, hogy a laza-üreges meteorit pollenfelvétele a parlagi fűvel borított felszínre csapódáskor, vagy az azt követő ráhulláskor ment végbe.

Ezt már a további, ezirányú vizsgálatok lesznek hivatva eldönteni, ami egyben azt is jelenti majd, hogy a meteoritokon szerveződött életlehetőség problémája — talán végleg — lekerülhet a napirendről.

Néhány csillagkép és fényesebb csillag felkeresése

A táblázat adatai havonta 22^h közép-európai időre vonatkoznak

Csillagkép	A csillagkép csillagjai	Össze- kötő egye- nes sor- száma	Távol- ságuk szorzó- száma	Található csillag v. csillagkép	Mikor látható?
N. M.	$\beta-a$	1	5	Sarkocsillag (Poláris)	Minden derült este
N. M.	$\gamma-a$	2	6,5	Angol	aug.—ápr.
N. M.	$\delta-a$	3	4,5	Capella	szept.—júni.
			7,5	Fiastyúk	okt.—márc.
N. M.	$\gamma-\beta$	4	10,5	Aldebaran	okt.—márc.
N. M.	$\delta-\beta$	5	4,5	Castor és Pollux (Ikrek)	nov.—máj.
			8	Betelgeuze	nov.—márc.
			10	Rigel	nov.—márc.
N. M.	$\delta-\gamma$	6	12	Regulus	júni.—júli.
N. M.	$\alpha-\gamma$	7	4	Arkturusz (10°-kal keletre)	márc.—aug.
N. M., K. M.	ε N. M.- Polaris	8	0,5	Kettős a Vadászegekben	jan.—aug.
N. M.	$\alpha-\delta$	9	4	ε Bootes kettőscsillag	márc.—júli.
			10	Antaresz	júni.—júli.
N. M.	$\beta-\eta$	10	1 1/4	Gemma az Északi Koro- nában	márc.—szept
N. M., S.	δ N. M.- η S.	11	3/8	γ Draconis kettős csillag	minden derült este
				5° délnyugatra: Véga	ápr.—nov.
				N. M. — Véga. 1/2-szer: Atair	júni.—okt.
N. M., K. M.	γ N. M.- β K. M.	12	1 1/3	Deneb (9°-kal DNy-ra)	máj.—dec.
N. M., K. M.,	ε N. M.- Polaris	13	1	Cassiopeia	minden derült este
			2	α Andromedae Tavaszpont	aug.—febr.
N. M. K. M.	ε N. M. Polaris	14	1	Cassiopeia	minden derült este
			1 1/3	Androméda-köd	aug.—febr.
N. M.	ζ	—	—	Mizar kettőscsillag mellette Alkor	minden derült este



TARTALOM

Táblázatok, grafikonok:

A Nap és Hold kelte és fontosabb adatai	4
A Nap forgási tengelyének helyzete és a napkorong középpontjának héliografikus koordinátái	28
Az öt fényes bolygó távolsága (r) és fényessége (m)	29
A szabad szemmel látható bolygók koordinátái és látszólagos sugara 0 ^h világidőkor	30
A Jupiter-holdak helyzetei és jelenségei	34
A fényesebb csillagok katalógusa	42
A Naprendszer bolygói	56
A Naprendszer holdjai	57
A Marsz jellegzetes vidékei	58
A Hold fontosabb alakzatai	59
A tavaszi napéjegyenlőség utáni első holdtöltét követő (húsvét) vásár- napok dátumai	60
A nap törtrészének átszámítása órára és percre	61
A középidő átszámítása csillagidőre	62
Csillagidő átszámítása középidőre	63
Csillagászati és tudományos szempontból legfontosabb mesterséges holdak	64
Mesterséges bolygók és „Hold-rakéták”	66
A csillagos ég 1964-ben	67
Az Uránusz és Neptunusz látszó útja 1964-ben	80

Beszámolók:

<i>Detre László:</i> A Magyar Tudományos Akadémia Csillagvizsgáló Intézeté- nek működése (1962 június 1—1963 május 31.)	83
<i>Dezsd Loránt:</i> A Magyar Tudományos Akadémia Napfizikai Obszervató- riumának működése (1961 május—1963 áprilisig)	90
<i>Róka Gedeon:</i> A TIT csillagászati és űrhajózási szakosztályainak 1962/63. évi működése	97
<i>Kulin György:</i> A TIT Uránia bemutató csillagvizsgálóinak működéséről (1962 május 1—1963 április 30-ig)	110

Cikkek:

<i>Detre László: A csillagászat legújabb eredményei</i>	126
<i>M. Zemplén Jolán: Galileo Galilei (1564—1642) születésének 400. év- fordulójára</i>	132
<i>D-ő: Galilei és a napfolt-észlelések megindulása</i>	138
<i>Ponori Theurewk Aurél: Galilei hold- és bolygó kutatásai</i>	148
<i>Kulin György: Galilei távcsövei</i>	154
<i>Róka Gedeon: Galilei, a természettudós</i>	160
<i>V. V. Saronov: A Hold és Marsz felszínének természete</i>	171
<i>Abonyi Iván: A plazma szerepe a csillagászatban</i>	181
<i>Almár Iván: Milyen fényes egy csillag?.....</i>	189
<i>Sztrókey Kálmán Imre: Az élet nyomai a meteoritokban</i>	207

Kiadja a Gondolat, a TIT kiadója
Felelős kiadó a Gondolat Kiadó igazgatója
Felelős szerkesztő: Róka Gedeon
Műszaki vezető: Kálmán Emil
Műszaki szerkesztő: Földi Miklós
Megjelent 1500 példányban,
14,75 (A/5) ív + 2 old. melléklet terjedelemben
Ez a könyv az MSZ 5601-59 és 5602-55
szabványok szerint készült.

Go 125 — f — 6364

63.3294 — Egyetemi Nyomda, Budapest

Ára: 21,50 Ft